

雙 月 刊
核能簡訊
NUCLEAR
NEWSLETTER
NO. 148
2014 JUNE
核四停工的衝擊—低碳家園與非核家園
對輻射的錯誤觀念 成為核災真正殺手
日本重量級大師談核能
日本新能源政策 仍將核能列重要地位
中國尋求乾淨且可永續利用的能源
核四停工的衝擊—
引發經濟大海嘯

核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.148 雙月刊

JUNE 中華民國一〇三年六月號

專題報導

核能問與答

特別報導

讀者論壇

核能脈動

核能新聞

出版單位：財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一O一號研發大樓208室
電　　話：（03）571-1808
傳　　真：（03）572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、李清山、汪曉康、陳布燦、陳條宗、劉仁賢、謝牧謙、簡福添（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
文　　編：鍾玉娟、翁明琪、林庭安
執　　編：羅德禎
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1175
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠
行政院原子能委員會敬贈　廣告
台灣電力公司核能後端營運處敬贈　廣告

編　者　的　話

英國BBC記者西蒙詹金斯（Simon Jenkins），5月15日在德國《衛報》發表一篇文章「再生能源無法使我們免於燃煤的恐怖威脅」，文中提到土耳其煤礦礦災死亡300人雖然悲慘，但是歇斯底里的再生能源政策只會讓情況變得更糟。過去20年「急於推動再生能源」，已經成為現代政府的一大難題；在歐洲，大量使用風力發電的結果，是製造出數十個「富翁地主」，但是也將「用電貧戶」的數量推向高峰。

根據美國能源情報署（EIA）最新的短期能源報告，2005年美國燃煤發電占電力50%，2012年已下降到37.4%。雖然二氧化碳在美國的排放量下降，但這不值得慶祝，因為美國增加了銷往歐洲和亞洲國家的煤炭數量。

再看看沒有核電的日本，2013年的液化天然氣進口量創下歷史新高。2011年福島核災後，日本被迫燃燒更多化石燃料來發電。燃料進口成本高漲讓日本在2013年度的貿易赤字飆升，這是連續第3年的貿易赤字。2012年是6.94兆日圓，2013年則翻倍達11.47兆日圓。

根據5月19日的世界核能新聞（WNN）報導，瑞士5月18日的公民投票結果，「立刻停止穆勒堡（Muhleberg）核電廠運轉」的提案遭到否決，高達2/3的選民，決定讓該電廠繼續運轉至2019年。

目前全世界仍有450座核電廠在運轉，占全球發電量15%。美國雖然碳排放已經大幅下降，但還是積極推展核能發電；核能管制委員會（NRC）公布美國境內未來將興建30座新型反應爐，將僱用13萬名工作人員。左近的中國大陸，2020年時核能機組數將高達50座；即使是產油大國──沙烏地阿拉伯也計畫興建核電廠，預計未來20年興建16座機組，因為石油礦藏即將枯竭。全面停核的日本，將在今年重新啟動核能機組；號稱要全面廢核的德國，目前仍有9座核電廠在運轉、有17%電力來自核能。

在台灣這座電力孤島之外，世界各國為求能源供應穩定、降低二氧化碳排放量，同時兼顧經濟與環保的條件下，核能還是王道。

專訪中華經濟研究院梁啟源董事長

核四停工的衝擊──引發經濟大海嘯

文・編輯室

4月27日政府宣布在核四安全測試通過後暫時封存，以後再交由全民公投決定去留。在當前激情社會氛圍中，有助全民有更多的時間瞭解核四問題。政府強調停工是暫時的，不是永久停建，是「為下一代保留一個選擇權」。惟反核者，仍主張永久「停建」核四。支持停建者，認為不惜任何代價，唯有全面廢核，才能使台灣免於核災威脅；反對停建者，則擔憂替代能源緩不濟急，將增加火力發電，導致空污惡化，以及全面性的經濟衝擊。核能發電已經跳脫單純的專業技術層面，而成為政治議題，甚至成為信仰與意識型態。

在支持與反對的光譜之間，仍存在廣大、中性、無特殊立場的民眾，所關心的卻是切身的問題，擔憂會出現缺電、電價上漲的情形。這類與經濟發展、民生消費有關的疑慮，還是需由相關領域的專家為大家分析解惑。因此本刊特地專訪能源與經濟的權威-中華經濟研究院梁啟源董事長，綜觀解析下列民眾關切的議題：

問：反核人士主張經濟成長與能源消耗脫勾，希望台灣未來電力零成長，但是不影響經濟成長，您覺得做得到嗎？



▲右為中華經濟研究院梁啟源董事長，左為核能資訊中心朱鐵吉董事長

答：反核人士認為2000年政府做核四再評估時，台電就說沒核四會缺電，但到現在核四沒有運轉供應市場，缺電的事並沒有發生。反核人士不知道這原因是電廠興建由規劃到完工需時近10年，由於2000年之後興建電廠的規劃是根據1990-2000年台灣電力需求年平均成長率達7.95%規劃的。相對地，2000年之後因科技泡沫、金融大海嘯及歐債風暴，經濟成長大幅下跌（由先前的6.1%降為4%），加上同期間電力效率提升1.1%之故，2000-2012年電力需求年平均成長率僅為2.9%。因此核四沒及時運轉仍

沒缺電。至於未來電力需求能否如反核人士主張的維持零成長，而可避免缺電？由世界各國的經驗來看，長期而言，絕不容易。因為經濟要成長，一定要用電，尤其人民生活水準越高，電器用品越多，用電就越多。以「經濟合作發展組織」（OECD）國家為例，1990-2010年間，用電年平均成長率為1.8%。日本過去20年被稱為「失落的20年」，節能減碳也很成功，但用電仍然以每年1.3%的幅度成長。開發中國家，則因經濟成長較大，電力零成長，又要避免缺電更難。以台灣及南韓為例，1990-2010年電力年平均成長率分別達5.4%及8.11%（見表1）。

要想達成節能省電的效果，最重要的是要有經濟誘因；在德國少1度用電可以少支出約新台幣12元，而在台灣，少1度用電只能少支出3元，在台灣節電的誘因相對偏低。唯有適度將發電成本反映在電價上，不再補貼能源價格，民眾才會有更大節能的動機。但近年來反核團體以各種似是而非的理由（如調價黑箱作業及價格結構不合理等），不只不支持，甚至反對國內價格合理反映進口燃料成本的政策。另一方面又主張透過節能，來達到電力零成長的目標，不只不合理，且是不負責任的做法。

問：德國決定逐步廢核之後，大量開發再生能源，成為反核人士的楷模。您覺得德國能，台灣能不能？

答：主張廢核電者，力主在2020年我國再生能源占發電量比例達20%，和2012年德國再生能源的占比（22%）相近。德國在過去12年間，雖成功地將再生能源占發電量比重，由2000年的4%提高為2012年的22%。但除電價因補貼再生能源大幅上漲外，因智慧電網設置困難，根據Nature 雜誌（496期）2013年4月11日報導，德國2011年各地停限電超過3分鐘的統計次數多達20萬次（見表2）。試問台灣的產業及民眾，如何面對如此不穩定的供電品質？特別是德國電網可與歐洲其他國家聯結，台灣為孤島，缺電如何外求？

「我們不是說再生能源不好，而是透過現在低成本的核能為基礎，並持續投資綠能與低碳能源，希望未來能找到低風險、低成本的替代能源方案。」梁董事長特別強調：「發展再生能源必須做，也值得做，只是太快、太大量所造成的影響值得關注。」

表 1. 主要國家的用電成長

	用電消費量（10 億度）				年平均成長率（%）		
國家 \ 年	1990	2000	2007	2010	1990-2000	2000-2010	1990-2010
台灣	76.08	163.48	215.67	217.67	7.95	2.90	5.40
日本	772.58	942.62	1010.50	1002.38	2.01	0.62	1.31
OECD	6807.02	8608.30	9601.47	9650.60	2.38	1.15	1.76
南韓	94.49	259.54	386.20	449.51	10.63	5.65	8.11
德國	--	509.08	550.90	549.12	--	0.76	--
英國	284.38	335.57	348.44	329.29	1.67	-0.19	0.74
丹麥	28.87	32.78	34.73	33.56	1.28	0.24	0.76
瑞典	130.24	135.16	135.21	135.96	0.37	0.06	0.22

資料來源：美國能源資訊部（US. Energy Information Administration）。

表 2. 德國發展再生能源的影響

1. 再生能源占比提高	由 2000 年的 4%，提高為 2012 年的 22%
2. 供電成本增加	再生能源總成本高達 1 兆歐元
3. 電價大幅上漲民怨昇高	電價大幅上漲民怨四起，2000-2013 年，上漲超過 1 倍，再生能源稅的影響超過 1/3；2007-2013 年上漲 37%，再生能源稅的影響超過一半以上。德國目前電價（住宅用）每度達 28.34 歐分或新台幣 11 元，是世界電價最高的國家之一。
4. 能源轉型計畫可能落空	各方要求修改再生能源促進法，限縮再生能源的發展計畫，能源轉型計畫將延宕。
5. 電力供應不穩	因輸配電設施無法配合再生能源的快速發展，2011 年停電超過 3 分鐘次數達 20 萬次。
6. 溫室氣體減量趨勢反轉	2011 年宣布減核之後，德國煤炭用量已增加 4.9%，未來將加蓋新燃煤電廠。

資料來源：1.「Nature」（Vol. 496） 2013 年 4 月 11 日。 2. 德國聯邦能源與水資源協會（電價變動資料）。

最重要的一點，梁董事長提醒，德國是歐洲電網的一部分，與其他國家可以互通有無；台灣為孤島是獨立電網，缺電就只能限電、停電，沒有其他國家的奧援。

問：日本歷經重大核災，短短3年後已準備重啟核電機組，並將核能定位為重要的基載能源（任何時間都能供應的能源）。您覺得原因為何？

答：日本與台灣許多情況極為類似：同處地震帶、311之前日本的核能占發電量比重約26%，台灣現有3座核電廠占目前總發電18%，核四廠若完工運轉，則再加9%，共計27%，兩國非核的情境接近；加上日本曾經發生過核災，正好是台灣民眾擔心的情景。因此日本目前的種種現況正好是我們的借鏡，我們不需要真正身歷其境，就可知道真正非核之後的結果。日本在311後全面停核，但因替代燃料成本激增（2013年估年增4兆日圓），住宅及產業電價分別上漲1及2成，貿易由2010年順差6.6兆，轉為2013年的逆差11.5兆日圓，對國際的減碳承諾落空，並加速產業外移（見表3），以致自民黨政府由廢核改為支持繼續發展。

「難道我們一定要親身試驗這種困境嗎？最重要的是，日本產品的品質在國際上具有強大的競爭力，台灣呢？」梁董事長語重心長的說。

問：穩定供電是經濟問題，更是國安問題；若真的廢除核四，您認為台灣的產業將面對何種處境？

答：停用核四，除了電價上漲，造成企業營運成本大增，還有缺電與電力不穩的風險。首當其衝的就是耗電量大的石化、鋼鐵、水泥等產業。但事實上，電子資訊產業才是台灣耗電量最大的產業，占比高達3成（如表4）；而2012年電子資訊產業占台灣

表 3. 零核對日本經濟社會的影響

1. 電力公司財務惡化	淨資產將損失 75%，約 4.4 兆日圓
2. 電力公司燃料成本上升	年增 3.1 兆日圓（2011 年），年增 4 兆日圓（2013 年）註
3. 貿易赤字擴大	2010 年貿易順差 6.6 兆日圓
	2011 年貿易逆差 2.6 兆日圓
	2012 年貿易逆差 6.9 兆日圓
	2013 年貿易逆差 11.5 兆日圓
4. 電價上漲	2012 年東京電力調漲家庭用電 8.5%，產業用電 14.9% -16.7%
	2013 年關西電力調漲家庭用電 11.88%，產業用電 19.23%
	東北電力調漲家庭用電 11.4%，產業用電 17.7%
	四國電力調漲家庭用電 10.9%，產業用電 17.5%
5. 產業外移	經濟產業省 2011 年 5 月調查，約有 69%的企業表示可能加速外移
6. 二氧化碳排放目標削減	由 2020 年比 1990 年減 25%，改為 2030 年代比 1990 年減 20%

註：根據 2011 年數字考慮匯率變動加以推估
資料來源：1. 日本財務省貿易統計資料。2. 本文整理。

表 4. 民國 101 年產業用電占比

電力及電子機械器材製造修配業	28.46%
服務業部門	19.10%
金屬基本工業	9.07%
化學材料製造業	5.18%
金屬製品製造業	4.72%
非金屬礦物製品製造業	3.84%
塑膠製品製造業	3.56%

資料來源：台灣電力公司 101 年統計年報

製造業GDP達67.8%，缺電問題對製造業的影響極大。

此外，服務業整體用電量也高達22%，包括運輸、通訊、空調、冷藏、電梯等等設備都需要用電，服務業占GDP更高達68%，因此缺電對產業未來的衝擊是全面性的。

再者，根據國際原子能總署研究，每發1度電，核能發電的排碳量是28公克，僅為燃煤的1/35，燃氣發電的1/19，太陽光電的1/2，和風力發電的29公克相近。因此，以目前的技術水準，為了減碳，不應排除核能的角色。若無核能，我國2020年回到2005年的排放水準、對國際減碳的承諾必然跳票。目前我國二氧化碳排放量約2.57億公噸，4座核電廠可減4,700萬公噸二氧化碳（占18%）；其中核四可減1,654萬公噸（占6.4%）。若無核四，我國的減碳承諾勢必跳票，也將面臨國際貿易制裁。

梁董事長表示：「台灣經濟以貿易、出口為導向。在種種的負面因素環伺之下，將不利於投資，除了國內企業外移，也會影響國外廠商的投資意願，進而造成國內失業人口大增等嚴重後果。」

問：台灣的備載容量率是否偏高？您認為多少才是合理而且安全？

答：若以2013-2025年，年平均經濟成長3.37%，對應的用電年成長率2.2%計算，若核四無法運轉，到了2016年電力備用率將由今年預計的15%降至10%之下，2018年之後，因火力發電的協和電廠與核一廠1號機將陸續除役，電力備用率更

表 5. 立即廢核對台灣的影響

1. 核四投資損失	已投資核四廠的 2,838 億元將損失（台灣每一戶家庭負擔近 5 萬元）
2. 電價上漲	以燃氣取代核四，發電成本增 534 億，電價漲 10%，經濟成長降 0.13%，消費者物價漲 0.34%，失業人口增加 25,000 人
	若加計燃氣取代核一、二、三廠電價將漲 40% 以上
	以再生能源替代核四，因成本更高電價漲幅更高（以太陽光電替代核四單發電成本的增加，電價漲 18%）
3. 缺電	2013-2026 年平均經濟成長 3.32%，電力需求年成長 1.89%
	電力成長與經濟成長為 1 對 0.57 （假設電力效率年增 1.43%）
	2018 年備用容量率將降至 6.6%，將發生民國 80 年代的停限電夢魘（79-85 年停限電 43 次，83 年一年即停限電 16 次）
4. 大台北地區缺電尤其嚴重	若核四不運轉，2021 年淡水河以東的大台北地區幾無電廠，供電缺口（2021 年 557 萬瓩、2017 年 357 萬瓩），將超過中北輸電幹線的可靠送電能力（200-300 萬瓩）
	若有一個超高壓鐵塔倒塌，大台北地區將有大規模停電的危機
5. 國際減碳承諾跳票（即 2020 回到 2005 排放水準）	目前二氧化碳排放量約 2.57 億公噸
	4 座核電廠可減 4,700 萬公噸二氧化碳（占 18%）
	其中核四可減 1,654 萬公噸（占 6.4%）
6. 對金融市場的可能影響	2000 年 9 月宣布廢核四，股市連跌 3 個月，跌幅近 30%

資料來源：本文整理

進一步降至6.6%以下，將發生1990年代備用容量率僅6%至7%的停限電危機。1990-1996年停限電43次，1994年停限電更多達16次。

要減少電力需求，電力價格合理化以節約用電，是最重要的誘因機制；但要真正執行時，過去的經驗告訴我們，都會引起排山倒海而來的反對聲浪。2008年5月底，馬總統剛上任10天，即大幅調整久未反映進口能源成本上漲的油、電、氣價，這是前任政府該做而未做的事，但是前任政府重要負責人卻反說「油電雙漲」是馬政府「最大的失政」，絕非公允。在節電誘因不夠的制度設計下，只要備載容量率低於10%，就有停限電的危機。

結語

總結立即廢核的影響，如表5所示。由於廢核對經濟影響深遠，是否要在目前已亟待振興的經濟上，再加重擊，有待全民明智抉擇。讓核四如期運轉，才是國家人民之福。

核四停工的衝擊——低碳家園 v.s 非核家園

文・李敏、張文杰

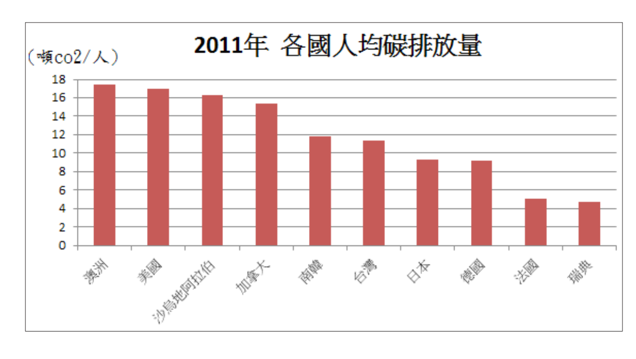
我國二氧化碳排放量是國際不良份子

這是魚與熊掌，不可兼得的選擇。「低碳家園」攸關我們的國際競爭力，攸關我們的生存，是必須採取的策略。

對地球而言，任何發電方式都會排放二氧化碳，細分為直接排放與間接排放。直接排放為發電瞬間所釋出的二氧化碳，間接排放為建構發電設施或製造燃料時的排放。對各個國家而言，發電的排放主要來自直接排放。

以太陽能發電為例，德國使用台灣製造的太陽能發電板發電，獲得電力的二氧化碳排放量為0；而生產太陽能發電板的二氧化碳卻由台灣埋單。核能發電燃料的製造必須耗費能量，同樣的使用這些能量所排放的二氧化碳由燃料出口國認帳。

根據國際能源總署（IEA）的資料，台灣2011年二氧化碳排放總量為2.65億公噸，為全球139個國家或地區中的第23名；每人平均排放為每年11.31公噸，為全球第21名。左圖幾個主要國家的人均碳排放量，台灣僅低於美國、加拿大、沙烏地阿拉伯及澳洲等能源大國。二氧化碳減量是一個非常重要的議題，也就是說，我們必須大量減少二氧化碳的排放，才能符合低碳家園的要求。



非核家園導致碳排放激增

根據能源局及台電的資料，2012年台灣二氧化碳排放量為2.5億公噸，其中約8,419萬公噸來自發電廠，約占全部二氧化碳排放的1/3。如果推動非核家園，核一～核四廠的全年總發電量約為600億度電，以最便宜的燃煤發電替代，每年大約增加5,000萬噸二氧化碳排放；如果以天然氣取代，每年也會增加2,500萬噸。舉個實例，德國2011年的人均碳排放量是9.14噸，但德國的官方資料中顯示，德國在2012年的人均碳排放量大幅上升到11.4噸，就是因為在2011年停掉8座核電機組後，大量增加燃煤發電量的後果。「非核」且不增加二氧化碳排放，利用再生能源發電是唯一的途徑。但是台灣地狹人稠，人口密度高，土地多山，海洋較深，限制了再生能源的發展，以目前再生能源的技術層次，難以替代現有的核能發電。

民國102年台灣再生能源裝置容量358.3萬瓩（占比8.7%），發電量96.0億度（占比

4.5%）。民國100年11月政府提出的再生能源發展目標為：2030年裝置容量1,250.2萬瓩（占比16.1%），發電量355.6億度（占比9.5%）。核一～核四廠的全年總發電量約為600億度電，換句話說，即使我們不計成本的發展再生能源，而預定的再生能源發電目標也達成，增加的發電量還遠不足以取代被廢棄掉的核能，差距為245.4億度電；若以天然氣補足，這代表著每年將產生約1,000萬噸的二氧化碳。換句話說，非核之後，在2030年以前我們竭盡所能的開發再生能源、推動節能，甚至改變產業結構，在用電排放上，二氧化碳排放還是會大量增加。以上各項措施的成本尚待確認。

核能+再生能源+節能=低碳家園

非核可以使我們免除萬一發生核災風險的恐懼；但會有能源供應安全、能源價格波動，以及二氧化碳減量目標無法達成，造成經濟窒息的風險。如前所述，如果我們選擇「非核家園」為我們的目標，就必須放棄「低碳家園」。使用核能發電，加上積極的開發再生能源才有可能讓我們達到「低碳家園」的境界。帶我們邁向低碳家園的工具為：再生能源、節能、與核能。

符合國際法規就是核安保證

核電廠安全與否與其他工業設施、公共場所或飛航安全是一樣的，都是經過法規管制單位的客觀判定，不是個人或某一個團體的主觀認知。台灣有與國際使用核能國家同步，且經過稽核的法規管制單位，所以核四廠安全與否，應該是由主管單位依循法規做最後的認定。因此我認為只要是原子能委員會能夠審查通過台電公司的測試報告，我們就可以期待核四廠與核一、二、三廠一樣的安全。

首先，我想談談日本福島事故。大家都知道，該事故是地震引發海嘯所造成的。那是不是天命難違呢？隨著各項調查結果的出現，福島事故事實上是人禍，人禍可以分為事故前與事故中。在事故前，日本東京電力公司明知有海嘯的威脅，卻仍將電廠蓋在沒有防護的海邊，也沒有適當的防海嘯設備。

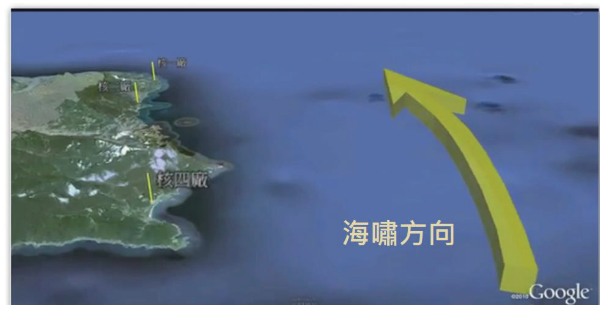
比福島一廠更靠近震央、海嘯上溯高度更高的女川核電廠並沒有受到損害，這就是一個明顯的例證。女川核電廠沒有受到地震海嘯的影響，其設備還提供給附近居民做為臨時避難所長達3個月。另外，在福島一廠鄰近的福島二廠也沒有在事故中受損。

斷然處置措施有防止事故惡化的功效

福島一廠的運轉人員在事故應變時，為了保存電廠的經濟價值，而錯失了將海水注入反應爐的時機；經過一段時間後，爐心熔損、大量放射性物質外釋。從某些角度來說，這也不能全怪當時的運轉人員，因為他們被訓練成要選擇搶救反應爐，最後才去設想如何降低放射性物質外釋的問題。只要經過適當的規則與訓練，運轉人員可以用不同的思考邏輯來看事情，及防止放射性物質外釋的優先程度高於搶救公司的資產，那麼有類似的事情發生時，放射性物質外釋的機會將大幅的降低，這也就是台電公司所謂斷然處置措施的基本概念。事實上斷然處置措施中，也增加了許多可移動性電源，以及許多非常態的注水路徑。斷然處置措施絕對可以大幅降低，在超級大地震與海嘯來襲時，核電廠發生放射性物質外釋的機會。

另外更要說明的是，台灣附近海底地形的走向與日本是不一樣的，如下圖所示，台灣島嶼與板塊走向是垂直的，所以當發生地





震後，產生的海嘯不可能直接撲向北台灣，海嘯的走向跟北海岸是會平行的。

台灣必須持續使用核能發電的理由

核四停工是加速邁向非核的第一張骨牌，核四是核能的一部分，核能政策是能源政策的一部分，應該是一個整體考量。台灣必須持續使用核能發電的理由：

1.台灣地狹人稠，再生能源發電的發展受限於地形與土地面積，無法提供足夠的電力。再生能源發電受天候影響，無法調度；台灣為獨立電網，缺電時無法獲得其他國家電網的支援。

2.核能發電燃料體積小、重量輕，運輸貯存方便。台灣能源超過99%依賴進口，核能發電的使用可以提升能源供應的安全。

3.核能發電燃料鈾的採購成本占總發電成本比例很低，因此發電成本穩定，核電廠一旦興建完成，其發電成本較不易受到國際能源價格波動的影響。適當的使用核能發電能降低國際能源價格波動對經濟發展所帶來的風險。

4.核能發電不靠燃燒產生能量，因此發電時不會排放二氧化碳。歐洲先進國家要求產品標示所謂的「碳足跡」已經是一種趨勢，也就是標示產品製造所產生二氧化碳的量；「碳足跡」未來會成為競爭力的一部分。我們最大的競爭對手-韓國，目前有23部運轉中的機組，核能發電比例約為35%，有5部機組興建中，另外尚有8部規劃中的機組；韓國2008年電力碳強度（每度電排放的二氧化碳量）為459克，台灣為557克，韓國是台灣的82.4%。

5.不論台灣是不是繼續使用核能發電，核廢料的處置是一個已經存在，也無法逃避的問題。

6.任何發電方法都有其健康風險，以火力發電而言，空氣汙染帶來的健康效應是必然的；而核電廠因地震或海嘯發生嚴重事故，造成輻射物質外釋事故則是不必然。

7.台灣使用核能發電已有超過30年的經驗。台灣3座核電廠提供了穩定且價格低廉的基載電力。2011 年Nucleonics Week期刊評比，台電公司核電廠的運轉績效，在2010年的全球排名第2，證明台灣有能力使用核能發電。

是否使用核能發電是一項有風險的選擇，有人不願意接受發生機率極低的核電廠嚴重事故，放射性物質外釋的輻射傷害風險，卻要別人接受不使用核能發電的經濟窒息風險。這不是「要錢」或「要命」的選擇，而是缺乏核能的台灣，是不是能夠發展與生存的問題！在經濟窒息過程中，受害最大的將是廣大的中產階級與弱勢族群。（本文作者李敏為國立清華大學工程與系統科學系特聘教授兼主任秘書、張文杰為研究助理）

因政黨意見紛歧
導致龍門電廠停工

文・編輯室

台灣政府於2014年4月底宣布：已完工的核四廠1號機將會在安全檢測完成後進入封存狀態，2號機則立即停止施工工程，而核四公投案將決定核四廠未來的存廢。

台灣的第4座核電廠－龍門電廠的建設工程，一直是執政黨與在野黨爭論不休的議題，到目前1號機已完工、接近可商轉的狀態也沒能改變現況。馬英九總統已於2014年4月底否決民進黨提出的核四立即公投法案；在這之後馬英九總統表示，1號機的運轉安全檢查還是會繼續，但其過程還是要由原子能委員會來審核。馬總統說，政府不會在公投結果出來之前准許台灣電力公司在核四廠裝填燃料棒。

因為成千上萬的民眾集結在台北街頭抗議，反對核四，執政黨決定先停止核四建設工程。馬總統召集立委開會討論，隨後總統府發言人表示，一旦核四廠1號機安檢通過，機組將被封存，而已完成90%施工工程的2號機則立即停工。

總統府發言人同時也表示將執行核四公投法案，然其結果將決定核四廠的未來，但在公投執行前不會再有任何資金投入核四建案；而到目前為止，政府已花費將近3千億公帑在核四建案上。同時政府也會盡快舉行國家能源會議，尋找替代方案，以確保如果核四公投未通過後不會有電力短缺的問題。

但是，就算執政黨已決定為核四舉行公投，反對核電的民進黨依然呼籲民眾支持廢除核四。民進黨認為，核四公投案要得到至少半數人民的投票，且反對票占多數的難度過高，所以民進黨提出降低核四公投門檻限制；以較簡單的多數決（指不對參與投票的人數設限，一方票數超過總投票數一半即生效）的方式來決定核四是否運轉，但是執政黨拒絕為公投法規做任



▲核四廠 1 與 2 號機未來動向不明（攝影：台灣電力公司）

何的更動。

建設工程的延宕

核四廠的兩座1,350萬瓩進步型沸水式反應爐（ABWRs）的施工工程自1999年即開始，最初預估1號機將在2006年、2號機在2007年分別開始商轉，但核四卻不斷的被政治、法律和核安管制等問題困擾著，導致工程斷斷續續，到目前為止還沒有完工。

台灣目前有6座反應爐運轉中，總共生產4,927萬瓩的電力，占台灣發電量的1/5。依照目前的能源政策規定，反應爐只准許運轉40年，代表核一廠的2座機組將在2018年及2019年分別除役。

來自國際的憂慮

美國《華爾街日報》4月28日針對台灣停建核四廠，評論表示「可能將增加電力成本」。報導中指出，台灣政府宣布將停止建設新的核電廠，國內廠商必須自行擔負較高的電力成本。

5月6日的《華爾街日報》則進一步表示，日本311核災發生3年後，日本和南韓仍繼續投資新的核電設備，只有台灣是例外，此舉恐讓台灣經濟前景更加惡化。認為「無核電後的台灣將更難抵抗中國的壓力，萬一禁止兩岸煤炭貿易，或是戰爭發生時停止對台輸出煤炭，而台灣只有約14天的戰備儲油。」

《華爾街日報》評論說，台灣的反核力道比真正發生核災的日本還強。日本一開始全面停止50座反應爐，但2年後發現，他們必須多付9.2兆日圓（約2.7兆新台幣）購買進口燃料，日本政府遂決定重啟反應爐。

南韓今年1月通過新建2座反應爐，並重新啟用去年3月因偽造安全檢驗報告而停用的3座反應爐。南韓計畫在2035年前，將核能發電的比例從33%增加至45%。

這些都是台灣最大競爭對手的舉動，「當東京和首爾都在加強核能安全規範及均衡發電資源時，台北卻朝向日漸激進的街頭政治和零核電邁進。這對任何國家來說都是個危險的情境，更何況是生活在中國陰影之下的台灣？」

資料來源：
1.http://www.world-nuclear-news.org/NN-Political-discord-places-Lungmen-on-hold-2804144.html
2.http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702304163604579528933173477504?KEYWORDS=Taiwan&mg=reno64-wsj&url=http%3A%2F%2Fonline.wsj.com%2Farticle%2FSB10001424052702304163604579528933173477504.html%3FKEYWORDS%3DTaiwan
3.http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702304831304579541052029956512

核四的關鍵 10 問

文．編輯室

Q1 核四安檢大半年，挨得過強震、海嘯?

A 核四電廠廠址篩選階段，已就地質、地震、洪水、海嘯及颱風等項目進行調查、評估，並以保守假設進行設計施工，其廠址未發現既有設計不足的現象。台電另針對「超出設計基準」的複合式災害進行了核安總體檢，設置多道強化防線，即使發生超出設計基準的事故，也可有效防止核災發生;另有關導致福島核災的規模9.0地震引起超大海嘯，據國科會研究結論不會發生在核四廠址。

Q2 安檢完就能保證安全？

A 台電從無報導所謂工程師或公關路線的選擇問題，腳踏實地、按部就班把事情做好就是唯一的路線，核四安檢就是確保核四安全的再驗證，經由「強化安全檢測小組」再檢視，嚴謹縝密的對每個系統重新進行檢查及功能測試，進一步確認其功能；除安檢小組外，政府也將邀請美國核管會（NRC）、世界核能發電協會（WANO）、歐盟執委會專家小組（ENSREG）等國際專家協助評估，台電將採納其相關建議或遵照原能會指示，進行安全提升。

Q3 國外專家同行審查，就能保證核四安全？

A 核電廠的設計原就有嚴謹且保守的假設，但對於國外專家小組的建議或發現的地質新事證，台電也會本著積極負責的態度重新進行評估及必要強化，有關1萬年重現期評估地震危害度及火山相關評估，台電與國際同步仍會持續辦理。

Q4 核四續建，還要丟進多少錢?

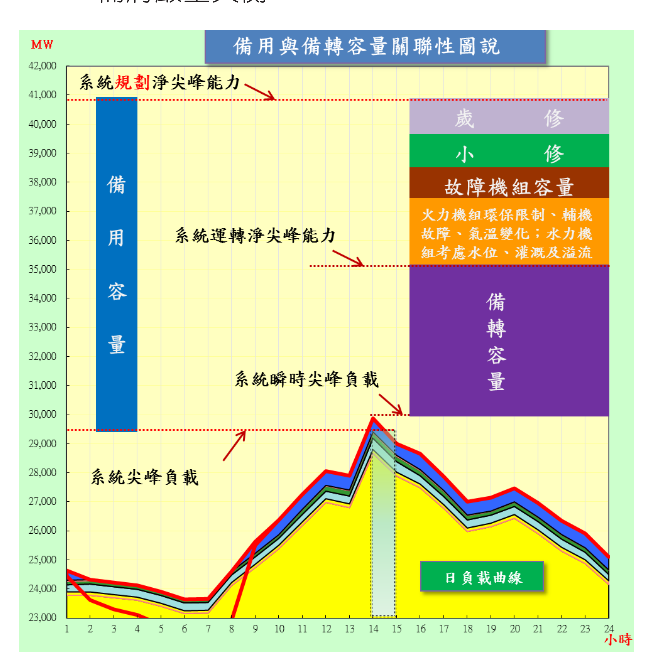
A 核四計畫截至103年3月底止，累計實績數約為2,770億元，均化後的發電成本預估每度約2元左右；台電遵照立法院決議，並未追加預算，即使未來須追加，其商轉後的經濟效益仍比停建後的任何替代方案划算許多。

Q5 核四不能如期商轉，台灣將缺電?

A 報導中提到的「電力零成長」評估報告，是建立在政府全面性強制國人節能的情境下，非如報導所謂的可維持國人生活水平，即使在這種幾乎不可能的情境下，電力需求年平均成長率也才有機會由過

去（1996-2012年）的實際數字3.89%抑低至很理想化的假設值1.41%，而非零成長。

台灣目前雖整體尚無缺電危機，惟北部電源不足須依靠南電北送的情況一直存在，若無核四且核一、二、三廠不延役，未來供電情勢將日漸險峻，且北部電力供需將嚴重失衡。



Q6 沒有核四，電價要漲多少?

A 若核四廠無法商轉，除投資成本外，尚須以其他高成本機組發電替代，燃料成本勢必大幅增加，若反映於電價，以目前情勢初估，以天然氣發電取代的話，將造成電價上漲約14%。另報導所謂台電被迫補貼工業用電才造成虧損之述並不正確，工業供電成本原本就比民生供電成本低，除少數特例國家外，工業電價較民生電價低為全球常態，事實上，國內的工業或民生電價皆未完全反映成本。

Q7 不要核四，還有什麼可以選?

A 台電雖積極投入發展再生能源，惟我國可行的再生能源多屬間歇性能源，除發電量不足外，供電品質也是一大問題，這類不穩定、無法受調度的能源不論有多少數量都無法取代核能作為基載電力，其在系統中占比過高時，為了避免危及供電穩定，甚至必須增加火力等傳統機組隨時備援;再生能源的夢想很美好，但對獨立電網如我國來說，在革命性的技術尚未問世前，難以成為傳統電源的務實替代方案。

另台電的長期電源開發規劃本已包括需求面管理，惟需求面能減少的有限，但供給面卻即將因未來一連串的核能、火力機組屆退而產生龐大缺口，我國當今民情連建設再生能源都會遭遇強力抗爭，更遑論其它可作為中、基載的火力電廠，未來的供電情勢將日漸嚴峻，這是台電本諸良心的擔憂，絕非恐嚇。

Q8 核一、二、三延役，能否比核四安全?

A 若核電廠延役有嚴謹而科學的作業程序，在國際間有許多範例可循，而核一、二、三廠的耐震、抗海嘯等強化作業皆在進行中，與延不延役無關。

有關用過燃料棒貯存問題，台電已規劃乾式貯存作為中期貯存方案，乾式貯存

為國際廣泛採用，安全無虞；另關於最終處置場所，台灣具備有可行的潛在地質條件，技術上也確實可行，目前國際間如瑞典、芬蘭等國的高階廢料最終處置場已逐步施工中，將是值得學習的成功典範，台電同時亦密切追蹤國際發展趨勢，尋求國際合作境外最終處置的機會。

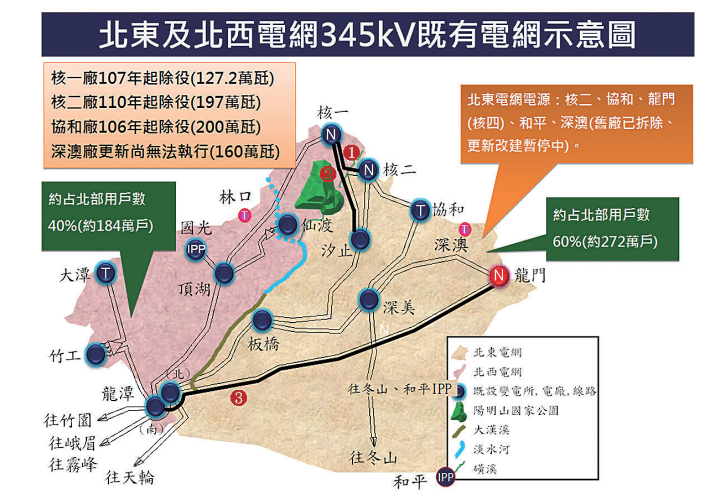
Q9 核四運轉後恐出現哪些問題?

A 核四早年雖因停建影響導致復建後施工違規機率偏高，但已逐件確實改善，近3年無任何違規施工案件，外傳曾於混凝土中發現保特瓶等事件，為7年前原能會駐場視察人員主動發現並上網公開，該事件與其它台電主動通報或原能會稽查發現後公告之事件一樣，足可證明安檢透明；許多外界質疑如管線不防輻射等，事實上皆為有人心士造謠或媒體烏龍報導。

另報導中提及的「斷然處置措施」是假設在機率極低的極端狀況下，所有防護屏障均被突破時，台電不惜棄廠仍要確保人民安全的額外防線，斷然處置有嚴謹的程序，廠內人員也經多次操演，並已獲得國際專家的認同，所謂處理失當而造成氫爆的說法為不明究理的非專業推論。

Q10 核四商轉後，萬一安全出問題，大家應該往哪兒逃?

A 倘若核子事故發生，台電會以保障人民健康為首要任務，即時啟動「斷然處置措施」，杜絕輻射外洩的可能，絕不會因



▲北部現有電網示意圖

捨不得放棄電廠而延誤處理時機；廠外部份，台電已依法完成8公里緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃，核災導致輻射外洩不會瞬間發生，一般有足夠時間進行民眾防護措施，而政府已對超出預期事故做好延伸準備，結合防救災資源，以確保民眾安全。

另外，報導引用小出裕章指稱台灣如發生核電廠輻射外洩，一個月內北部將有3萬人猝死，此說法毫無根據。事實證明福島事故後，並無工作人員或居民因遭受輻射原因死亡，這也經世界衛生組織（WHO）證實；至於對民眾長期健康的影響，根據世界衛生組織評估，福島事故對民眾健康影響極輕微。

龍門核電廠建廠管制報導

文・編輯室

3月28日原能會發函要求台電公司暫停龍門電廠餘熱移除系統螺牙護套檢證作業。由於台電公司未依102年6月14日會核字第1020008951號書函要求，依「核能同級品零組件檢證作業及檢證機構認可管理辦法」第3條，提出有關檢證作業管制的相關文件（程序、評估、準則、確認機制、管制要求），以及依第5條提送檢證機構負責執行項目的查核結果；同時其檢證計畫亦尚未經原能會審查同意，但卻已開始執行相關檢證試驗作業的情形，因此要求暫停本案檢證作業執行。本案台電公司已於日前來會就本案檢證作業法規面缺失，以及檢證計畫關鍵特性與允收標準不足處進行討論。目前台電公司正就相關缺失及討論結果進行改善中。

3月31日函送台電公司更新後「龍門工程執行ASME B&PV Code Sec.Ⅲ N-5及NCS-1 Data Report簽署之替代方案」的原能會審查意見。由於龍門工程EDG/SDG系統屬ASME B&PV Code SEC. Ⅲ部分的設計，其由未具ASME N Holder資格的RDO設計並據以施工，不符納入替代方案的前提，因此不同意台電公司EDG/SDG系統屬ASME B&PV Code SEC. Ⅲ部分納入替代方案的申請。至於NCS-1部分則仍待補充奇異公司的履勘程序書。

4月2日函送原能會視察備忘錄LM-會核-103-07，請台電公司針對2號機各設備組件，已長期交貨進場儲存或安裝於現場。但離測試仍有一段時間，為確保在長期未移交、未測試等條件下，未來2號機設備仍可正常進行測試及運轉，請施工處參照運轉中核電廠各類設備的維護程序書，並考量材料老化的維護、更換及維護測試的需要，檢討訂定目前龍門電廠2號機狀況適用的維護程序書並據以執行。此外也應檢討核四工程品質保證方案是否須進行增修，以符合施工安裝現況，與確保日後再啟動現場施工安裝作業的順利。

4月7日函覆台電公司龍門電廠1號機K11系統N-5 Form，及其相關內容文件資料，原能會審查意見。由於仍有缺乏替代方案要求的替代文件（即SVR）簽署前，相關現場履勘驗證、審核與見證作業的執行紀錄，因此要求依替代方案補充「Certification of design for piping system」欄位資訊與奇異公司審查紀錄、台電公司業主履勘報告及相關改正完成紀錄，以及奇異公司與ANI各依簽證前履勘及查證程序書等的相關執行作業紀錄；另外，經比對台電公司審查資料、中鼎公司N-5 Form，以及奇異公司所附簽署文件，發現相關設計變更文件有不一致的情形，因此要求台電公司再補充、澄清。

專訪 WNA 執行長阿格妮塔瑞新

對輻射的錯誤觀念 成為核災真正殺手

文・Will Dalrymple 譯・陳怡如

阿格妮塔瑞新（Agneta Rising）於1980年代進入瓦騰福（Vattenfall）公司負責輻射防護工作，當時瑞典輻射防護法規有新規定，她負責分析瓦騰福公司旗下核能機組是否符合新法規。接下來她把輻射和日常生活中其他事項的風險作比較，讓核能圈外人了解輻射。後來瑞新成為瓦騰福公司環境部門的主管，負責處理公司環境議題。2013年她成為世界核能協會（World Nuclear Association，WNA）執行長。

醫院的是好輻射　核電廠的是壞輻射？

瑞新表示：「我的生涯中和輻射防護特別有緣，要確保防護合理而且恰當，因此對輻射防護的來龍去脈常有涉入。核電可提供可靠的電力以改善人們的生活，同時又有保護健康與環境的措施，實在令人振奮。全球輻射防護制度的哲理只有一個，就是保護的對象包括現在活著的人，和將來未出生的新世代。如果有任何人受到輻射曝露，這個人（或社會）應該要有相對應的利益，否則不能讓他受到輻射曝露。不能夠因為不能控制它，或是覺得低劑量輻射不算什麼而不作為。輻射防護制度是特別的，而且是個好制度。」

記者：福島事故引發哪些溝通風險和輻射防護議題？

瑞新：福島事故所能學到輻射防護方面的教訓很多，其中最重要有幾項：

1.在緊急狀況時，亦即在剛有輻射物質釋放出來時要如何處置？要不要疏散民眾？這是很難作決定的，可能會有大量



▲ WNA 執行長阿格妮塔瑞新曾來台演講（2013/09/26）



▲瑞新執行長（前排左 2）曾擔任全球核能婦女會（Women in Nuclear Global）會長，來台演講時與 WiN Global 台灣分會會員相見歡

輻射物質釋放出來的風險。還有要如何疏散？顯然疏散民眾造成很大的傷害，日本有34人因為疏散造成心理壓力過大而死。

2.這些疏散的人何時可以回家？福島附近大部分地區已清理乾淨，人們應該可以回家。世界上其他地方的人在那種輻射劑量下生活都平安無事。

3.我們發現最複雜的問題是，在此情境下人們精神上受到很大打擊。當政府疏散民眾，就造成社會上很難處理的分裂，人民對政府失去信任。這些人不知道他們未來如何，不知何時又會有什麼決定，他們可以相信誰。他們以為自己很快會得癌症、會死掉；小孩以為父母會因福島事故死掉。他們失去了一切，他們很無助，在此情境下整個癱瘓掉。他們沒辦法信任任何人，看不見未來，他們覺得很羞辱，這種情況才是健康的殺手。

信任和溝通問題

瑞新：依我看來這就是信任和溝通問題，要有人出來領導並幫助避難的民眾瞭解，他們的輻射劑量是安全的。依據輻射防護科學組織的看法這種劑量很低，現在是安全的，未來也不會有問題；基於100多年來的科學與經驗的知識，在這種劑量之下不會有任何可偵測到的影響。對身體影響的科學研究項目中，輻射可能是研

究最多的題材，只有抽煙的研究可與之相比。

20毫西弗／年（mSv／yr）的曝露劑量對健康的風險微乎其微，事實上也偵測不到它的影響。如果要比較這種劑量的影響，最好母體與世界人口一樣大，把它分成2組，一組受到某個劑量的曝露，一組沒有，才能比較出差異來。但這種實驗不可行，所以找不出來這麼低劑量對健康的影響，因此不應該擔憂這種低劑量的影響，那麼應該擔心什麼呢？

日本政府設定1毫西弗／年為除污的標準，事實上1毫西弗／年和數10毫西弗／年對健康的影響沒有差別。如果能對受到輻射地區的人們說明他們的風險，幫助他們相信這些資訊，而且覺得自己是安全的，才能對他們做很多有益的事。

在車諾比事故時，在該廠工作的人嚴重感到羞辱，人們還以為那些去做善後工作的人有放射性，親友不敢靠近他們。他們自己以為體內有輻射、會罹癌、會死亡。他們被孤立，周圍只有那些也做過善後工作的人；所以有很多人自殺、酗酒、發生意外。因為這種情況，他們娶不到太太，沒有家庭，好可憐！

即使這些人受到高劑量的輻射曝露，也不會成為輻射污染源，他們不可能因為輻射而早死。其實車諾比那些工作人員的風險並沒有改變，所不同的是人們對輻射的誤解，對輻射的影響和風險有錯誤的認知。

記者：為什麼這種情況沒改變呢？

瑞新：在輻射防護的圈內人我們很瞭解這些問題，但是決策階層不懂輻射防護，而我們沒有把輻射的風險和其他生活上的風險放在一起比較，使決策階層在發生事故時可以作出正確決策。

我希望我們可以學到這些教訓，萬一以後有高劑量輻射外洩情況，我們能處理得比較好。

如果有人在短時間內受到數千毫西弗／年輻射曝露，他的腸胃會有反胃、作嘔的反應，等症狀緩和之後，他就恢復正常。這種輻射劑量也許將來有發生癌症的風險，但是風險很低，如果多運動、戒煙、維護健康，就沒事。其實這個風險比男女之間壽命的差距還小。也就是說一位女性在核工業界工作，每年受到法定限值的輻射曝露50毫西弗，她的壽命還是比男性長。這位女性在壽命上的影響只有幾週而已。

社會上對輻射有雙重標準

社會上對輻射有雙重標準，如果治療癌症，一個療程有10次治療，一次就用數千毫西弗／年，人們並不會恐慌；而在工業界向來不會有這麼高的輻射劑量。甚至人們會選擇做CT掃描，因為影像清晰有助於診斷，並不擔心輻射曝露。核工業界以20毫西弗／年劑量為限，提供電力，以增進人們的生活福祉，卻被社會忽視。核工業界被要求不計成本採取更高的輻射防護，雖然現在不是問題，將來也可能會遇到極限。（本文作者為國際核能工程《Nuclear Engineering International》記者，於2014.3.11訪問Agneta Rising）

資料來源：www.neimagazine.com

21 世紀的能源

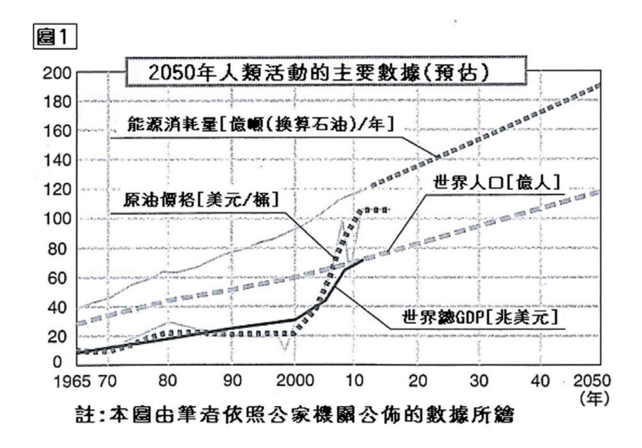
文・宮野廣 譯・朱鐵吉

近10年來世界的動向

21世紀代表著新世紀的來臨，迄今又已過了10年。在1990年代由美國為首緩建核電廠，多數先進國家亦起而效尤，出現提倡替代能源的新聞。21世紀初隨著石油價格的高漲，開發中國家又爆發急遽的能源需求，加上為因應地球暖化等種種能源議題，核能備受大家的期待，當時稱為「核能復興」已來臨。

目前全世界共有450座反應爐，發電量達3億8,000萬瓩，占世界發電量的15%。但沒想到黎明剛起，又受到如「雷曼金融風暴」般的311福島核災的衝擊，再度使核能在下一個10年，又倒退回1990年代的情況。

冷戰結結後，阿拉伯國家的獨裁者也日趨減少，未來期待著安定的社會，然而新的糾紛也隨之而來。在多數國家的強權體制以及富有國家之間的相互爭奪，使得不安定的情勢繼續存在。就能源來說，目前因「頁岩氣」的出現使北美的地位日趨重要，能源的地理分布情況產生巨大的變化。除了頁岩氣之外，甲烷水合物也備受期待，而這些能源的開發則需投入龐大資金與時間。在環境議題方面，未來的100年也將會是重大的課題。要預測21世紀的全貌是有困難的，然而透視到2050年應該還是可以觀察。



註：本圖由筆者依照公家機關公佈的數據所繪

2050年的情況

由圖1可以了解世界上人口增加與能源消耗情形，從最近20年的程度推算到2050年。經濟的發展動向、原油價格以及國民生產毛額（GDP）的預測，過去已有的數據確實可以掌握，然而推算至2050年則沒有那麼準確。

預測至2050年世界的人口約100億人，以過去能源消耗量預測，屆時的消耗量約為目前的1.6倍，換算為石油達每年190億噸。以經濟發展來說，近年來全球每年的GDP增加3%，隨著能源消耗量的增加，石油價格亦提高。如果以目前穩定的石油價格來考量，能源消耗量一再增加將產生通貨膨脹現象。整體經濟發展的預測，能源消耗量大於人口增加量。2050年能源消耗將是現在的1.6倍，爾後的40年間人口將會成長1.4倍，依照這種狀況顯示出世界經濟難以大幅度的發展。人類的生活，向來依賴著能源的消耗，不只是經濟差距的增加，文明亦會產生差距。若想建立貧富均等的社會，則需消耗

更多的能源。氣候異常會發生食物不足的問題，這也是能源消耗量上升的重要影響。

糾結在一起的課題

21世紀許多的「傑作」是在人類的互助下產生，但誘導性多功能幹細胞利用技術（Induced Pluripotent Stem Cells，iPS）、資訊網路的密切聯繫、進出太空等，都存在著環境方面的問題。它的起源全都與能源有關，想獲得更文明的生活需要消耗更多的能源。世界上擁有豐富礦產的強權國家，都能確實掌握能源。而最容易獲得的能源，以便宜的煤炭為主，目前環境所面臨的問題主要是因燃燒煤炭引起，它對環境的破壞極大，嚴重的空氣污染甚至奪去了許多性命。18世紀英國在工業革命期間產生大量的酸雨和煙霧、1950年代北歐的湖泊和沼澤地受到極大的災害、1980年代汙染擴及整個歐洲，接著世界各地也遭受到同樣的環境污染。此教訓使北歐各國再三檢討，認為應該善用核能發電。大氣遭受污染的問題也慢慢浮現，即地球暖化，許多氣候異常狀況已經發生，以過量的二氧化碳隨著溫室氣體陸續釋入大氣中是罪魁禍首。所以，不論是少數民族或是先進國家，包括多數的開發中國家，都該正視這些正逐漸擴大的環境污染。

為求能源的有效供給，以電力最為適宜。無論電力的多少，只要有效的利用與消耗，即可以享受到文明的生活。電力的效率越高，對環境的衝擊則越小，能提供便宜的電價則屬核能發電。

促進核能發電的利用

核能和放射線的利用，以單純的角度來看對人類是有益的，如X放射線的檢查、癌症治療、品種改良、殺菌等等放射線利用。擁有許多的文明傑作是有益的事，但另一方面如果使用錯誤則會產生害處。最初的水銀和重金屬用在農業及半導體產業，至今已發現許多缺點，同時也發生不少災害。人類文明的生活，目前已發明很多優秀的傑作，讓人難以割捨。而該怎樣有智慧的利用這些傑作提高生活品質，是眾所企求的事。

核能源自於戰爭時的原子彈，但我們試著學習和平利用核能產生電力，目前這項發明竟是克服地球暖化最有效的方法。

宇宙射線普照地球，天然放射線和少量的放射性雨水（其中含有宇宙射線生成的放射性物質），因此我們的祖先和各種生物都生長在有輻射環境背景的場所。本來放射線並不足以懼，但因原子彈爆炸後產生大量且強烈的放射線傷害，其恐懼深植人心。我們能有效的使用核能發電，確保整體核電系統的安全，在硬體和軟體上做好防護措施，核能發電將會是非常有益的一項選擇。

國際間必須互相協助

21世紀最大的課題：如何克服環境污染和地球暖化。相信大家都很明白，大幅減少化石燃料的使用是極為重要的事，但是因為能源需求仍迅速的增加，例如中國的發電量有80%以上是源自便宜的化石燃料，PM2.5微粒子不止漂浮到日本，甚至周圍鄰國都遭受其污染。因此中國為確保其能源來源的穩定與潔淨，全力著重在興建核能機組。

這些能源議題不應只是單一國家的問題，國際間對於環境的問題勢必要極度的重視，這些影響將會超過百年以上，是一件刻不容緩、並有待大家共同來解決的事情。

資料來源：
"21世紀のエネルギー"，Energy Review, May 2014：p.16-17

日本重量級大師談核能

譯 · 石門環

由過去曾擔任日本內閣文部大臣、科技廳長官及東京大學校長的有馬朗人先生等14位重量級人士共同擔任發起人，於2013年11月1日設立「一般社團法人原子力安全與利用促進會」（以下簡稱促進會），並由有馬先生擔任會長。2014年4月下旬有馬會長率領7位國會議員及9位學者專家組成「日台交換核能資訊訪問團」，來台參加「2014日本核電再出發論壇」，並晉見馬總統。值此國內長期能源政策、核四的未來「核去核從」面臨大變革、大迷思的轉捩點，在取得該促進會重要推手，也是發起人之一的宮健三教授同意後，特別翻譯該會的宗旨，及7位發起人暢談核能的內容，希望能作為我國擬定長期能源政策的參考。

促進會簡介

一、宗旨

2011年3月發生東北地方太平洋近海地震及大海嘯，造成日本歷史上前所未有的大規模災害，而導致福島核災。至今已過了2年半，許多居民仍過著避難的生活；核電廠均長期停止運轉，造成巨額國富的損失。因此，為了解決這樣的緊急課題並實現以下所揭示的目標，設立「核能安全與利用促進會」，致力於向全體國民、政府及核能有關機關發聲，採取行動，促進日本核能的安全與利用。另外，本會鑑於能源最佳配比的重要性，亦認為應該在適當評估後進行再生能源的開發。

二、目標

對福島的復原復興和日本經濟的再生作出貢獻，一方面體認在民間培養發出訊息的能力，同時致力於建構工商業與技術間的橋樑，希望能對管制機關與產業界的關係改善有所貢獻。



原子力安全與利用促進會的「地球需要原子力」標章

三、活動內容

1.支援福島第一核電廠受災戶，參考國外的例子（車諾比事故與復興對策），促進復原、復興，舉辦有助於降低被謠言

所害等各種活動。

2.舉辦系統性的演講會、研討會及研習會等，致力於提升國民對核能安全性及必要性的理解，同時喚起輿論。

3.彙整會員對核能政策、管制的期望，以及促進會各專業分組的檢討結果，向政府及媒體等相關機關提出政策建議。

4.依地域、主題類別，與經濟團體、工商業相關人員、核能技術人員進行意見交換，對於問題點、解決對策及執行方法，建構分享資訊的關係，促進核能的正常化。

5.經由與國外進行資訊交換，參照核能安全的國際標準，向管制當局及事業者提出建言。

此外，針對核能安全與利用有關的所有事項，一面審視管制機關與產業界關係的改善，一面採行適當的行動。

四、發起人

有馬朗人（前文部大臣、前東京大學校長）

今井　敬（日本經團連名譽會長、新日鐵住金名譽會長）

葛西敬之（JR東海會長）

秋元勇巳（前三菱材料公司會長）

石川迪夫（前北海道大學教授）

茅　陽一（地球環境產業技術研究機構理事長、東京大學名譽教授）

後藤　茂（前眾議院議員）

中村政雄（前讀賣新聞評論委員）

木元教子（前內閣府原子力委員會委員、前新聞主播、評論家）

田中憲夫（川內商工會議所會長）

有馬義一（敦賀商工會議所會長）

西川正男（柏崎商工會議所會長）

宮崎慶次（大阪大學名譽教授）

宮　健三（日本保全學會會長、東京大學名譽教授）

日本重量級大師談核能

一、復興福島 確保核能安全再利用

有馬朗人：「原子力安全與利用促進會」會長、前文部大臣、前東京大學校長



2011年3月發生東北地方太平洋近海地震及大海嘯，造成日本歷史上空前的大規模災害，雖然快滿3年，但福島縣沿海地區的復興之路仍相當漫長。在一面致力於復興福島的同時，也期望能修正核能方向，因此，2013年11月，全國有關機關及懷抱相同理念的同胞們共同合作，成立「原子力安全與利用促進會」。

本會曾主辦第1屆研討會「學習車諾比、促進福島的復興」，也兼具打開知名度的作用。後來陸續得到許多人的鼓勵，而得知日本的核能現況表示憂慮的人相當多，這也使本人勇氣倍增。

在思考日本核能的問題時，必須將整個世界或地球納入視野。

能源問題令人擔心的就是化石燃料終將用完。在此之前，日本能源自給率為4%，其餘96%向國外購買；另外，也不

能忘記地球暖化的問題，地表溫度如果上升4℃，則只剩下10億人口可繼續在地球居住。那麼受到矚目的再生能源是否可作為解決之道呢？德國致力於發展再生能源，10年來將發電量擴大到約2.5倍，這種努力應該給予肯定，但日本即使努力的程度和德國相同，10年間也只能達到總發電量的10%左右。

節約能源又如何呢？本人在3年前下定決心停用冷氣、冰箱，結果確實很熱，如果需要冰塊，便利商店就有大冰箱，去那裡就可以買到，如果做不到這一點，則日本能源就不夠。

關於核能，希望能根據科學、技術、數據來進行討論。目前世界人口70億，據稱今後將達到100億，全世界的能源如何維持下去，我們正面臨這個問題。我相信人類的英明，人類從以前至今面臨各式各樣的問題，雖曾經歷過冰河期、戰爭、飢饉，但每次都能運用智慧而延續發展至今。

寺田宣彥（譯註：戰前的物理學者、隨筆家、俳人）曾說過：「對某件東西過度恐懼或過度不恐懼都很容易，但要做到正確的恐懼程度卻很難」。為了發揮聰明睿智、擴展科學技術、克服世界與日本的能源困境，「期盼能說服大家正確害怕核能」，期盼大家務必發揮智慧，同心協力。

二、核電廠再啟動具有正當性與合理性

葛西敬之：JR東海會長



造成民眾對輻射的恐怖心理及反核情緒的蔓延，可說是民主黨欠缺定見的能源政策和民粹主義。東日本大震災發生後，全日本幾乎要陷入輻射很恐怖、討厭核電廠那種集體性歇斯底里的困境，此時正是政府向前跨出一步來說服民眾「核能發電對日本經濟的存活不可或缺」的時候。政府本來應該設法將動搖的人心鎮靜下來，但反而是煽動不安，造成人心惶惶，導致大家對理性的能源政策論述封口不談，政府應該為此負起重大的責任。

目前國民最大的期待是安定的經濟成長與安全保障，大前提就是自主的基礎能源。對日本而言，除了核能以外，別無他法。如果能認清此一事實，人們就會自己作出正確的選擇。針對此，第一步就是重新質問以前信以為真的事情。例如，現在日本以火力發電代替核能，造成每年流出數兆日圓的國富購買化石燃料，自然能源則更加昂貴；只要重啟核電廠，就能解除成本增加問題，也可避免電費上漲。另外，核電廠停機導致日本在交涉石油、天然氣輸入時立場薄弱，不得不高價購買。在混沌的中東情勢之下，如果輸入中斷，更將陷入窮途末路。即使從能源安全保障的觀點看來，核電再啟動可說是當務之急，至今唯一有紀錄的核電事故造成死亡，以及輻射曝露導致發病的就是車諾比

事故，死者31人。火力發電事故的死亡人數則是數千倍。即使是千年一次的大地震，福島核電廠還是挺住了，在記取這個教訓徹底強化深層防禦後，日本核電廠的安全性也已大幅提升。

另一方面，因大氣污染而死亡者每年超過100萬人，原因有3成是火力發電所造成的。燃燒化石燃料當然會排放二氧化碳，為了防止環境保護論者所擔心的大氣污染及地球暖化，必須善用核電來取代污染源的火力發電，藉以降低污染。美國的Robert Stone導演原是一位環境保護論者，了解保護地球環境必須善用核能後，態度翻轉180度，從反核變成極度擁核。他在2013年6月上映的電影「潘朵拉的承諾」中，讓那些開始訴求推動核能的著名科學家、環境保護運動家、媒體人有宣揚其主張的機會。

世界的趨勢也朝向擴大利用核能發電，包括用過燃料的再處理在內，日本是唯一完全自律的和平利用核能的國家。核能便宜、高品質、安定的供電對日本經濟具有合理性，也是防止環境污染、遵循地球規模的大義，同盟國如美國以及友好國家的政府應該也會歡迎日本核電廠再啟動。

衷心期盼促進會能有助於核電廠的再啟動。

三、手塚治虫說過從科學技術文明中看安全與利用

木元教子：前內閣府原子力委員會委員、前新聞主播、評論家



我和漫畫家手塚治虫先生每星期一次在朝日電視台早上時段，以實況轉播方式對談的「30分鐘現場實況」節目，由我擔任主持人，那已是1960年代中期的事了。

早上電視台的車先到我家來接我，然後再到手塚先生的家，然後一路同行到電視台，大約35分鐘。這35分鐘其實是相當有價值的時間，因為可以問他很多和節目內容完全無關的事情。

機器人「原子小金剛」10萬馬力的能源就是原子，也就是使用原子的力量。手塚先生笑著說：「所以才把機器人的名字叫做『原子』，這個Atom的音也很響亮吧」。

手塚先生創造出小孩和大人都喜愛的10萬馬力的正義之友「原子小金剛」，匯集科學技術的精髓來替代天才科學家的兒子。

但是原子的存在並非作為科學萬能、科學禮讚的象徵，手塚先生想說的是經由原子所展開的理想世界，我也相當認同。

那就是所謂「在無意識、無防備的過度相信之下利用科學技術文明，其實對人類、對地球社會是相當危險的，所謂安全是相當遙遠的」。手塚先生藉由原子小金剛這個英雄的生存方式提出此一問題，希望喚起大家的注意。

手塚先生曾說21世紀仍有戰爭，而且也強烈期待「核能的和平利用」。

手塚先生！沒有能源的日本，把安全、和平、利用核能作為大命題，我們正在努力撐起這個國家。

四、以100年的歲月接受佛教…核能仍在半路上，不要焦慮要穩健

石川迪夫：前北海道大學教授、日本除役研究會會長



我今年80歲，70歲時離開工作崗位，原打算就此度過餘生，但事與願違，現在仍在工作。所謂核能，對人類而言，也許是把完全嶄新的文化當作工作所選擇的宿命。

對陌生的東西保持警戒心是人類的本能，也可以說是本性，對於像核能這種全新的文化保持警戒、反對它也是無可奈何之事，除非先了解這一點，然後再往前邁進以外，可說別無他法。

即使像佛教這種精神上的文化在受到大家信奉之前，也曾經歷過物部氏與蘇我氏之間的戰爭，從欽明（552年）至齊明（655年）時代，需要百年的歲月。

核能首次問世是廣島、長崎的原子彈爆炸，伴隨著輻射傷害顯現出地獄的面貌。今天的核能發電可說是軍事技術的和平利用，雖說這是每日生活中不可或缺的科學技術，但感覺上也是一個裝置，而且會產生難以理解的輻射。即使如此，歷史教導我們的事實是拒絕新文化的國家不會繁榮，核能相關人員只能無所畏懼，向世間傳述核能的真實性，這就是我們促進會的任務吧。

如果重新思考一下，核能和平利用的歷史才50多年，只不過是佛教被接受、信奉所經過時間的一半；正如伊呂波骨牌所教導我們的那樣，人們在辛苦越過險峻的深山後，就不會再夢到無常，也就是告訴我們不要焦慮，要踏穩腳步向前邁進，如果想成是以前至今過於順利的話就不會生氣了。

五、非核是人類的危機

中村政雄：前讀賣新聞評論委員



支撐日本經濟的「外銷立國」亮起黃燈，外銷金額減掉進口金額的貿易收支從東日本大震災以後持續減少，2013年達到10.6兆日圓的鉅額赤字。這是因為核電廠停機，火力發電增加，作為燃料的天然氣及石油等進口金額增加，以及電費上漲導致工業製品成本上升所造成的結果，再加上日幣貶值，使外銷獲利降低。

日本的財政雖然是赤字，為了彌補赤字而發行國債，並以外銷等的獲利來支撐，如果貿易赤字像這樣持續擴大，日本要如何吃飽過日子將是大問題，國債的發

行也變得困難，早日緩和這個難題的手段在目前只有核電廠再啟動一途。

整個地球有更大的問題，那就是化石燃料的大量消費導致地球暖化，現在人類每年二氧化碳等溫室氣體的排放量是世界上森林與海洋所能吸收量的2倍。人類的活動已超過地球環境容量的狀態，將造成致死的事態，如果在發生那樣的事態之後，又想要將地球恢復到可以和人類共存的狀態將非常困難，結果很可能導致地球上文明社會的崩潰。

現在已經出現那種徵候，我曾造訪南太平洋馬歇爾群島共和國的首都馬朱羅。當地因地球暖化造成海平面上升，持續吞食海岸，因此井水也變成鹽水，從30年前起就不能喝，只能仰賴雨水，但是不下雨的日子愈來愈多。島嶼好像環礁，海面逼近，不久的將來就會面臨沉沒的命運，島上住民說想到有山的國家去，因為那裡有水。印度洋、太平洋、大西洋有很多這樣的島國，日本群島的海岸也正在消失中，專家預測不久就會化為烏有。南美亞馬遜河的熱帶雨林是二氧化碳的巨大接收源，也被稱為「地球之肺」，是貴重的環境資產，此地也發生大規模系統性變化，也就是乾燥化。暖化引起水循環錯亂，亞馬遜河流域在2005年發生歷史上最嚴重的乾旱，2010年又遭受更嚴重的大缺水，也許亞馬遜熱帶雨林已開始枯萎。

海洋也持續著大規模系統性變化，也就是海洋的酸性化。大家都知道海洋具有吸收二氧化碳的功能，但常常忽略其中的一部分會變成碳酸，結果海洋中的酸度比起產業革命以前的Ph值高0.1，酸度則增加30%以上，原因是不容易吸收鈣。珊瑚、魚類、浮游生物等無數的海洋生物受到影響，這是因為酸度愈高，鈣的吸收愈困難。據說阿拉斯加外海的食物鏈已經受到影響，這是因為已經突破二氧化碳濃度的限度。非核會增加化石燃料的使用量，將使全地球陷入崩壞之途。

許多人居住在國土狹小的日本，每天消費著環境所能承受容量的7.2倍，如果再排放出更多的二氧化碳，將成為人類之敵。

六、非核後能源文明何去何從

宮崎慶次：大阪大學名譽教授



本來應該在國政上爭議的非核論戰，以東京都知事選舉為舞台而展開，現任首相和前任首相都加入戰局。被視為推動核能或容許核能的舛添要一氏獲得壓倒性勝利，顯示出他在整體的首都行政上受到歡迎。舛添氏以前在舊通產省時因相關業務曾到大阪大學，參加以學生為主體的能源研討會，並擔任專題演講的講師，我也以與談人的身分和他同席，至少當時他是積極的核能推動論者。但是，福島事故使很多擁核派變成懷疑派，對於從事嚴重事故基礎研究的我造成很大的衝擊。「相信安全神話的人受騙了」，抱持這種想法也許不是毫無道理。福島事故最大的罪行

就是造成大家誤解「人類智慧無法安全地維持、管理核電廠」。

但是，事故的主要原因與結果已經相當明確，在技術性的安全問題上可以充分因應，有效活用事故的寶貴教訓，致力於符合經濟性、提升安全性正是技術人員的使命，同時發布這樣的訊息也是義務吧。今後的課題，特別是如何進行經營層級的意識改革是重要的關鍵所在。通常新型的反應爐會採用運轉經驗所累積的新知，安全性和經濟性也較優異，把老舊的核電廠替換為最新設計的核電廠，這種政治、經營上的判斷相當重要。另外，獲得廠址所在地居民的理解也很重要。

再生能源的開發非常重要，但是從穩定供給和經濟性的觀點看來還有很多需要解決的課題。我也曾經著手新型能源轉換的研究，但還是相當困難，我們不能在沒有抓到狐狸之前就在盤算皮可以賣多少錢。運用核電再起動所獲得的資金慢慢導入再生能源才比較合理。如果減少核電，目前替代電力不得不全部仰賴化石能源，包括頁岩氣在內的化石燃料是有限的，令人擔憂在本世紀內會枯竭。石油、天然氣、煤等除了是飛機、汽車的動力以外，也是化學製品的原料；煤在製鐵、暖氣等的利用價值相當高，我們不應該把貴重的資源在這個世代就用完，否則將會造成後世子孫沉重的負擔。我們不應該重蹈舊社會黨把核能定位為過渡能源的覆轍。

當然鈾也是有限資源，將來快滋生反應爐和燃料再處理轉換為鈽，一面增加核燃料一面運轉使用，如此即可實現國家百年大計。這才是推動核電的正統性，世界都引頸期盼文殊快滋生反應爐的早日運轉。

有關「沒有廁所的大廈」這種誤解，日本的方式和美國、北歐的直接處置不同，而是和英、法兩國一樣，將用過核燃料再處理，將鈾（半衰期為45億年及6億年）與鈽（半衰期2萬4千年）回收後再利用，殘渣則以玻璃固化，半衰期時間較短，安全性也高。

主張非核的人提起最終處置場問題時，常傾向於追求數萬年的絕對安全，但是不要說千年，如何確實維持一百年後的能源文明才是應該先解決的問題。原子力規制委員會至今尚未核准核電再啟動，停電的風險增加，火力燃料的差額一年流失近4兆日圓的國富，結果壓迫到國民生活，導致國家經濟、外交實力衰退的風險遠超過再啟動的風險，核電早日再啟動至為重要。

七、社會和核能界的橋樑

秋元勇巳：前三菱材料公司會長



20世紀中期，差不多同時產生兩個典型的模範技術，因此開始快速進化，那就是驅使微電子的資訊技術和控制並善用核分裂反應的核能發電技術。

微電子技術在芥子粒那麼小的空間

裡，建立了植入超過億個情報元件的技術，完全改變了以往資訊處理與傳遞的架構。現在的年輕人一手拿著智慧型手機，一面玩遊戲一面與人通話交談，他們很難想像只不過數十年前，拿著旗子傳遞信號和摩斯密碼的世界。

以石油、煤的百萬倍密度獲得能源的核能發電，是解決資源枯竭、大氣污染問題的不二法門，許多先進國家積極使用，現在亞洲、中近東諸國也開始寄以熱切的期待。

但是文明社會面對這兩種技術的態度大不相同，IT技術的進化直接影響到社會生活的形態，技術的進化和社會生活的形態共同往前邁進；相對於此，社會大眾則沒有實際感受到核能技術的進化所伴隨而來的風險和好處，這是因為不管電氣的發生源頭如何改變，也不會對民眾生活的樣態造成直接影響。像這樣兩者在人們心理上的地位截然不同之下，核能界長久以來持續努力，為了融合與周邊社會的共同感受，設法讓大家正確認知兩者的價值而不生齟齬，筆者也算是其中一員，但現在仍深刻的自我反省，總覺得仍有許多改善的空間。

2011年3月11日，因為過度相信技術，對深層防禦準備的懈怠，核能安全的空隙遭受千年一度的大海嘯襲擊。錯綜混亂的資訊和過於遲鈍的反應造成社會不安達到頂點，當時的政權排斥專家、政治主導，不但助長事態的混亂，更將蔓延的輻射恐怖症視為奇貨，漠視法規，將輿論誘導至「零核電」。

此後過了3年，反核的民主黨敗陣，「安倍經濟學」的安定政權開始再次建構被棄置不管的能源基本政策。但是菅前首相在退任前又持續拘泥於「零核電」的束縛，到現在連一部核電機組都未能重新啟動。為迎合大眾而遭到扭曲的食品安全基準妨礙了農業、漁業的復興，難以達成的除污基準和僵硬的避難區域設定等反而造成禍害，以致福島縣到現在還有13萬7千人未能返鄉，在邁向事態正常化過程中的步伐實在過於遲鈍緩慢。

日本要促進核能安全與利用，首先必須消除公眾之間對輻射曝露充滿誤解的不安，強化並再度建構完整的核燃料循環體制。

核電不僅維持日本的國力，也是維持地球人口容量必要的選擇，但其文明論的意義尚未獲得社會的普遍認知，復興之路遙遠且艱險，只能堅定信念，努力不懈，消除橫亙在核能技術界與一般社會之間互不信任的鴻溝，除此之外，別無王道。

幸運的是戰後曾經中斷而未能實施的中、小學生輻射相關教育已經開始啟動，讓擔負下一世代重責大任的年輕人理解核能的路途也陸續開展，期待促進會在建構核能界與社會的建設性關係方面能有重大貢獻。

謹以此文紀念水町涉先生

我在台灣的核能友情

文·水町 涉 譯·謝牧謙

水町涉先生，第7屆IAEA,OECD／NEA ISOE委員會議長，本文由其執筆，寫於2011年福島事故發生之前，刊登於中華民國核能學會建國100周年紀念特刊《台日核能交流回顧與展望》。

我非常喜歡台灣，在馬英九總統選舉期間我訪問台灣，馬總統和所有的候選人都拿著「我愛台灣」的旗子在競選宣傳，那時我喊出「我比那些候選人更愛台灣」而受到大家的喝采。

明天我將到美國佛羅里達州參加議長就職典禮，並訪問華盛頓州。2010年底為了在倫敦劍橋開ISOE的國際會議訪問英國，是之前應國際原子能總署（IAEA）的邀請到地中海基普羅斯島講演以來的事。那地方據稱是最美女神維納斯的誕生地，是風景優美又充滿歷史特色的島嶼。前1個月在韓國主持國際會議，之前又在赫爾新基、新德里、巴黎、佛羅里達、布宜諾斯艾利斯、巴塞羅那、維也納等世界各地繞著地球跑；但從氣候風土、食物、人情的微妙處相比較，台灣為最好是不可否認



▲水町涉夫婦拜會原能會，左起石門環、歐陽敏威前主委、水町夫婦、黃慶東副主委、陳宜彬處長（2013/10/27）



▲水町涉先生在台最後公開演講的身影（2013/10/15）



▲陳水扁前總統與中國工程師學會邀請的日方專家合影，第 2 排左 2、3 為水町涉夫婦（2005/06）

的。特別是水果，表皮紅潤甘甜的蓮霧、白色的釋迦、大而多汁的文旦、讓人口水直流的芒果、略帶酸味的楊桃等，是世界上最好吃水果的寶庫。

我跟最喜歡的台灣的交流，源自核能的工作。從訪問馬鞍山、龍門核電廠跟大家討論交換意見而結緣。而後日本原子力產業會議（JAIF）與台灣原子能委員會、核能研究所、台電公司、中華核能學會、核能科技協進會等共同主辦的「台日核能安全研討會」，每年輪流舉辦並互相訪問，本人曾以日方副團長身份參加。

我在研討會中報告本人在國際原子能總署／核能署的職業曝露資訊系統（Information System on Occupational Exposure，ISOE）委員會擔任議長的活動，以及當時小泉首相出席日本的防災訓練的情形做了報告。ISOE委員會為了降低核電廠的輻射劑量，而擁有全世界核電廠的輻射劑量、改良工程的內容與材料等，是世界最大相關數據資料庫。

在世界上將核電定位為不排放二氧化碳、對環境友善的大容量電力來源；但是人人懼怕的其實是輻射，假如能將其盡量降低，讓一般人也可以安心，因此ISOE委員會的活動至為重要。

台灣各個核電廠的輻射劑量值都相當低，數值都有公布，也刊載在ISOE的數據庫中。台灣核電廠的輻射劑量水準與世界國家相比均較低，這證明台灣的核電廠一直維持非常安全的運轉。

台灣龍門電廠目前正在建設中，機型為進步型壓水式反應爐，相同機型在日本已經有柏崎、志賀、濱岡電廠在安全運轉中。我們期待台灣的龍門電廠也能順利商業運轉。

台灣在核電領域能夠像這樣安全運轉和推動建設，不僅是因為台電公司具有高水準的能力，也是原子能委員會、核能研究所等管制方面的鬥志及不斷的努力所獲致的結果，我謹表示崇高的敬意。本人和原能會歐陽敏盛前主委、謝牧謙先生、



▲左起：美國保健物理學會會長達洛費雪夫婦、原能會蔡春鴻主任委員、水町涉夫婦（2013/10/14）

石門環技正、陳淑貞女士相識，後來連同內人順子也受招待到台灣旅遊，是非常愉快的回憶。特別在2008年3月到太平山旅遊，並到有台灣最大山上湖之稱的翠峰湖，湖邊的步道被稱為「人間仙境」，邊欣賞美景邊愉快的交談，實為共同洗心之旅。在台灣從北到南都旅行過，如日月潭、太魯閣峽谷、恒春、墾丁國家公園等，都是一生難忘的愉快回憶.

在東京大學是我老前輩的八田與一，他以身家性命作賭注完成的烏山頭水壩，我去參觀時深受感動。在美國的胡佛水壩完成前，烏山頭水壩是世界第一的水壩。在那個時候能夠計畫、建設如此大規模的水壩技術，不得不對八田與一抱以尊敬之念。我得知八田的慰靈祭時陳水扁前總統、馬英九總統均出席，深深感覺到八田未被遺忘而十分感動。在水庫的遊客接待中心順便買了一本八田與一的書，很偶然遇到該書的作者林溪和先生也是一段愉快的回憶。在日本春日井市有一個給人坐禪的香林寺，主持是我的好友台灣出身的釋照慧尼僧，我去拜訪他時八田與一的長男（很遺憾已過世）就住在寺旁邊，但他因出席應靈祭不在，不過很幸運地有跟他太太見面，好像冥冥中有此緣份。

最後，因為我擔任ISOE議長而需巡迴各國，常被問到最喜歡那一個國家？ 將來喜歡住在那兒？我都回答我最喜歡台灣，接下來是巴拿馬、佛羅里達、夏威夷，我退休後一定會到台灣定居，還請各位多多照顧。

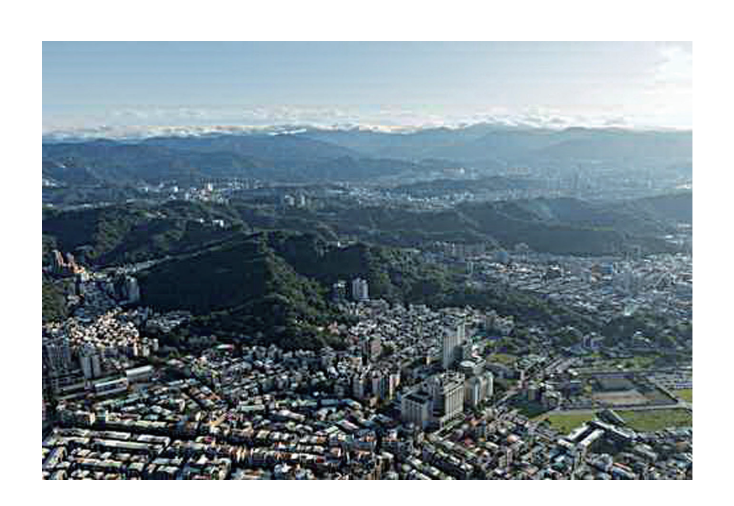
謹祝賀中華民國100周年紀念，恭喜！

編註：水町涉先生於2013年10月29日病逝於日本柏崎市，生前最後一次公開演講就是在2013年10月15日由核能資訊中心主辦的「關心核能安全 瞭解才能作主—能源暨核安全球趨勢系列講座《國際核能安全新觀點》」研討會，會後仍念念不忘退休之後將與夫人順子女士在恆春定居。不料返日後，在柏崎刈羽核電廠訓練中心因積勞成疾而辭世。謹以此文紀念深愛台灣、一生為全球核能工業奔波奉獻的水町涉先生。

核廢料要怎麼辦？

文 · 江仁台

在反應爐中主要的核燃料是鈾235，鈾235是一個核種，鈾代表化學元素，235代表質量數，是原子核裡中子數與質子數的總和。鈾235在吸收中子後，會產生核分裂，每次核分裂，鈾原子核會裂成兩半，產生2個不穩定、比較輕的原子核，被稱為核分裂產物，最有名的核分裂產物是碘131和銫137。不穩定的核分裂產物會連續衰變，放出約100萬電子伏特左右高能量的β粒子（電子）和γ射線（高能量光子）。核廢料含有許多這類核分裂產物，於是這類核分裂產物成了核廢料的主要（超過95%）放射源。另一類放射源是中子活化產物，是反應爐中核燃料以外的材料，在吸收中子後產生的，最有名的中子活化產物是鈷60。這些核分裂產物和中子活化產物，各有不同的半衰期，譬如碘131的半衰期約8天，銫137的半衰期約30年，鈷60的半衰期約5年。



核廢料中，最強的（超過95%）放射源是燃燒過的核燃料，最大量的放射源是放射性廢液。龍潭核能研究所發明的高效率壓水式放射性廢液固化技術，將核三廠每年由以往4、5百桶的放射性廢液固化成17桶，是了不起的大成就，日本人也來取經學習應用。

核廢料分為高、中、低放射性3類，高、中放射性的核廢料（主要是燃燒過的核燃料）量較少，放在核電廠內儲存。低放射性廢料（包括核污染的廢樹脂、廢液固化物、殘渣、衣物、零組件等）量較多，須運往核電廠外（如蘭嶼貯存場）儲存。與大眾健康有關的，

主要是低放射性廢料的儲存。

影響大眾健康的放射源，分為體外放射源和體內放射源。體外放射源輻射的強度大致與距離平方成反比，此外會受到地形的影響。台北市為盆地，與核二廠和核一廠隔著高聳入雲的大屯山群，與核四廠也隔著高聳的獅球嶺山群做天然屏障，比福島核電廠與東京市間一片平原、無屏障的地形，要好得非常多。放在核電廠內儲存的核廢料，對住在台北盆地的台北市與附近新北市居民的健康，因有高山屏蔽，加以距離遙遠，不會有影響。

人要呼吸和喝水，為減少體內的放射源照射對人體健康的影響，須要控制空氣和地下水。只要空氣和飲水源中，所含各種放射線核種的濃度低於該核種的最高准許濃度，對健康就沒有壞的影響。

反應爐停機後，用過核燃料的放射性強度與餘熱成正比，為正常運轉時的7%，1小時後迅速下降至1.5%，1天後降至0.4%，1週後降至0.2%。這些用過燃料須放在儲存池5年，等餘熱降低後，可轉換成乾式儲存，用流動的空氣冷卻少量的餘熱。用過燃料在儲存池中和乾式儲存時，在低溫下都不會漏出放射性的氣體污染空氣。

乾式儲存的好處是不會造成地下水污染，而且用過燃料包管因不與水接觸，比較不會被腐蝕，是新技術。同樣，放射性廢液固化後，容器比較不會被腐蝕，而且也可以乾儲，不會造成地下水污染。

低放射性核廢料在固化量大減後（儲桶量減至低於原來的1／20），又可乾儲，不會造成地下水污染，因此選低放射性廢料儲存場地就比較容易。

以後，用過燃料還可送到法國或英國再處理，取出有用的鈽，做成核燃料再燒。這種核燃料，有別於原來的鈾核燃料，叫做鈽鈾混合核燃料。目前，法國用過燃料再處理的技術非常好，因為法國的核能發電量，占該國總發電量的79%，有許多用過燃料須要再處理。這種用過燃料再處理的技術，可解決用過燃料長期儲存的問題。

有了固化、乾儲與用過燃料再處理，這核廢料處理的三大法寶，加以人體對微量輻射的傷害，有抵抗和修補的能力，大眾對核廢料的處理，就應可以放心了。（本文作者為美華核能協會會長）

瑞士民眾：不該放棄核能

譯．張文杰

發生福島事故之後，世界上有3個使用核能的國家決議不要再蓋新的核電廠，等現有的核電廠除役後就正式進入非核國家的行列，這3個國家分別為德國、比利時和瑞士。但根據瑞士的最新民調顯示，有58%的瑞士人民希望維持核能發電和水力發電在瑞士能源結構中的現有占比，直至替代能源的成本和影響變得更清楚。而有78%的瑞士人民希望有更多的辯論與討論，再由人民投票表決的方式來決定瑞士的能源轉型政策和要不要廢核，不該由政府直接做出決定。

從2001年開始，瑞士的核能貿易組織（swissnuclear）每年都會委託市場研究公司DemoScope去做跟核能相關的民調。在2013年10月的民調中採訪了2,200位瑞士民眾，有64%的受訪者（在2012年是61%）表示瑞士現有的5部反應爐對滿足瑞士的電力需求是必需的（目前瑞士核電占了全國電力來源的40%），這跟在2001時做的第一次民調結果是差不多的。有68%的受訪者（在2012年是62%）表示只要瑞士現有的反應爐是安全的，那就應該持續運轉下去。而



有3/4的受訪者認為瑞士的核電廠是安全的。在成本方面，有62%的受訪者認為核能在成本上是有優勢的。在環保方面，只有42%的人認為現有的核電廠可減少二氧化碳排放，這點跟英國和美國的民調相比是偏低的。

原先的公投結果其實是支持要新增反應爐來取代現有的5個反應爐，但因為發生福島事故，讓瑞士政府在公投

後的一個月，居然做出了不蓋新反應爐的決定，如此一來，在2019年貝茲諾（Beznau）核電廠1號機將因年限到期而關閉；接著到了2022年會關閉貝茲諾2號機及姆赫勒伯格（Muehleberg）核電廠；然後在2029年關閉戈爾根核電廠（Goegen）；最後是在2034年關閉萊伯斯達特（Leibstadt）核電廠，因此瑞士將在2034年正式變成非核國家。不過這項淘汰核能發電政策還沒完成立法程序，還是有轉圜餘地在。

事實上，瑞士政府的這項淘汰核能發電政策並沒有得到大多數的瑞士人民支持。有73%的人希望瑞士能夠生產所有的電力（在2012年是75%），不要成為電力進口國。有78%的人不希望政府的這項政策導致瑞士更加依賴其他國家，更有88%的人說，不應該危及能源供應上的安全性（在2012年是84%）。

然後有58%的瑞士人民希望維持核電和水電在能源結構中的現有占比，直至替代能源的成本和影響變得更清楚（跟2012年的民調結果一樣）。最後有78%的瑞士人民希望有更多的辯論與討論，再由人民投票表決的方式來決定瑞士的能源轉型政策和要不要廢核，不該由政府直接做出決定。

另外，根據5月18日舉行的最新一次公民投票結果，要求姆赫勒伯格電廠立即停機關廠的提案遭到否決，239,285贊成，137,285反對，將近2/3的選民認為該電廠可以維持原訂計畫，繼續運轉至2019年。姆赫勒伯格電廠是單一機



▲姆赫勒伯格核電廠（攝影：BKW 公司）

組，372百萬瓦的沸水式反應爐，從1972開始啟用。

工業團體—瑞士核能論壇指出，這次的公投結果清楚顯示，民眾不想因為政治因素倉促且過早的淘汰核能，伯恩地區的民眾已經向瑞士聯邦傳達出明確的訊息：「核電廠的運轉者，在瑞士聯邦核子安全監督局（ENSI）的管制下，清楚知道如何以最佳方式確保瑞士核電廠的運轉安全。」

BKW公司負責運轉姆赫勒伯格電廠，該公司表示雖然公投結果顯示伯恩地區民眾對電廠的信任，不過還是會繼續依照計畫在2019年關閉電廠。BKW公司在2013年底宣布，基於政治的不確定性和安全管制的發展趨勢，原本預計在2022年關閉的姆赫勒伯格電廠，將提早至2019年。（本文譯者為國立清華大學核子工程研究所研究助理）

資料來源：
http://www.world-nuclear-news.org/NP-Swiss-want-say-on-nuclear-phase-out-2301144.html

日本新能源政策
仍將核能列重要地位

文・編輯室

因為2011年發生的福島事故，導致日本民眾要求淘汰核電，但近期日本內閣已核准一項建議重新啟動核反應爐的能源政策。

這項政策前後一共花了3年的時間，同時它也是日本第4個基本能源計畫，前3個分別於2003、2007及2010年時通過。這是在2011年發生福島事故、促使供應30%電力的反應爐停機後，第一個通過的能源計畫。該計畫的草案由日本經濟產業省於2014年2月公布。

而最新版本的內容與其前身差異不大，也是指出國家缺乏化石燃料資源，有重視能源安全的必要，其中囊括再生能源的初步開發，但主要還是著重在確保穩定與安全的能源供給。

自從日本決定暫停核電機組後，其化石燃料進口與溫室效應氣體排放量都有非常明顯的增加，液化天然氣與熱煤（thermal coal）進口值約日幣8.2兆元（新台幣2.4兆），約占總進口值81.3兆日圓（新台幣23.9兆）的10%。

為核電和其他能源的生產與供應制定方針，包括乾淨能源的發起，總共78頁的文件指出，核能發電是日本能源結構中非常重要的一環，並希望日本能重新啟用核電，但同時也強調核能安全的重要性，即「沒有核安，就沒有核電」。

依照日本經產省的說法，核能是能提供穩定供電的準國產能源，運轉價格低廉、排放出來的溫室氣體剖面（greenhouse gas profile）也低。但是經產省也指出，核電的發展必須以核能安全和緊急事故已充分演練為優先，並表示「核電為支撐日本穩定能源供給的重要電力來源」。

目前日本48座核電機組，在日本原子力規制委員會（NRA）於2013年7月開始實施的新規定下都還屬於停機的狀態，但到目前為止其中17座已提出重新商轉申請，在原子力規制委員會完成審查過程後將在今年讓第一座反應爐恢復商轉。

位於日本東北地區青森縣的大間（Oma）核電廠的建設工程，在福島事故後被勒令停工，但大間核電廠將會是日本第一個復工的核電廠建案，雖然復工的時間還未定。

資料來源：
http://www.world-nuclear-news.org/NP-Japan-retains-nuclear-in-energy-mix-1104147.html




福島地下水繞道設施排除萬難，污水有解

文・編輯室

在得到福島當地漁民的同意之後，東京電力公司隨即興建繞道設施，使周圍地下水不會流經福島核一廠，減輕很大一部分污水處理的問題。

通常來說，地下水從土壤滲入海中是理所當然的，但在福島核電廠，周圍地下水會流入反應爐建築物地下的蓄水池。每天都有超過400噸的地下水流入地下室，流經電纜，經由裂縫滲入管線，最後與用來冷卻受損反應爐而嚴重汙染的輻射水混在一起。部分的地下水也以類似的方式滲出反應爐建築，造成沿岸附近的試驗井水驗出汙染度超標。

東電提出計畫，將在廠內置入一排12個井，在地下水有任何機會被污染之前就從地底下抽出，經過檢驗後於附近沿海排放。在長達8個月的協商之後，福島縣漁民工會已於2014年3月底同意東電的計畫；但是也有一部分的漁會會員，在漁會與東電達成允許排放電廠周圍地下水的決議後，為他們的產品形象將受到負面影響而擔憂。

東電隨即於今年4月初開始抽取福島電廠周圍的地下水，抽取出來的地下水會先暫時存放在儲存槽中，在水質檢測後如果沒超出標準即可排入海洋。其實此地下水繞道設施的測試運轉已於2013年4月開始，由東電負責，抽出地下水的水質檢測也已完成，東電表示，目前抽出地下水中的放射性物質數值比可排入海洋的標準值還要低很多。



▲東電用來暫時存放從電廠周圍抽出地下水的儲存槽（攝影：東京電力公司）

此地下水繞道設施可以減少每天大約100噸的地下水流入電廠地下室，同時也降低東電必須淨化的污水量。除了地下水繞道措施之外，東電也投入大筆資金，將在反應爐與沿海中間興建凍土壁，即把土

先暫存在儲存槽，待水質
檢測合格後即可排入海洋
山側
海側
反應爐建築
渦輪機
建築
地下水
地
下
水
地下水
地下水只要一
流經反應爐建
築就會遭受輻
射污染，污染
水即增加
污染水
海
用來抽取地
下水的井
去除放射性
物質
污水儲存及管理

［地下水繞道計畫示意圖］

來源：日本污水處理對策委員會

壤溫度控制在零下40度，冷凍電廠周圍土壤，防阻地下水流經福島電廠而產生更多污水。自2013年年中開始，污水的處裡一直是日本政府非常重視的議題，東電採取的這些措施，將大大降低放射性污水轉移的機率。

除此之外，運用阿爾卑斯污水淨化系統（ALPS）的多核種去除裝置，能淨化放射性污水，每天可以處理約750噸的放射性汙水，加上湧入的地下水以及減去部分回收用來冷卻爐心的汙水後，其總污水量大於一天注入電廠內的污水淨額。目前還有另外兩部阿爾卑斯污水淨化系統正在建造中，2014年10月完工後將提升每天可處理的汙水量至2,000噸。隨著各種設施相繼步入正軌，東電將可快速地除去總共34萬噸儲存的放射性污水。

資料來源：

1.http://www.world-nuclear-news.org/RS-Blockage-cleared-for-water-Fukushima-water-bypass-2603141.html

2.http://www.world-nuclear-news.org/RS-Extraction-of-Fukushima-groundwater-starts-0904144.html

附註：東電與福島縣漁民達成協議的地下水繞道計畫制訂於2013年年中，但有附帶條件：「從東電排放出來的水，每公升中的銫-134或銫-137必須低於10貝克」，此標準只有世界衛生組織（WHO）規定飲用水標準的1/10，非常的嚴苛。此外，在東電與漁會之外必需要有第三團體扮演監督者的角色，確保東電從電廠排放的水符合漁會制定的標準，而東電對福島縣漁民聲譽的補償也必須持續。

中國尋求乾淨且可永續利用的能源

文・編輯室

中國國務院總理李克強在中國新成立的國家能源局（National Energy Administration，NEA）的第一次委員會議中表示，「當中國致力於確保能源安全、使國家經濟繼續穩定成長時，核電扮演著很重要的角色。」

由李克強領銜的中國國家能源局，是為了統籌協調中國整體的能源策略而成立，其中成員包括財政部、環境保護部、中央銀行（即中國人民銀行）及國家發展與改革委員會等各行政機關的代表。國家能源局負責擬定新的能源發展政策、進行能源安全評估，以及協調國際間對於氣候變遷、減少碳排放和節約能源的合作。

李克強在4月18日於國家能源局第一次委員會議中提到：「能源的供應和安全，與國家建設現代化的整個局面有非常緊密的關係，中國需要的是一條乾淨、高效，且能安全永續利用的能源發展路徑，為穩定的經濟成長提供支援」。李克強也表示，為了提升能源安全，中國將陸續增加陸上與近海的石油與天然氣開採，同時促進非常規石油（unconventional oil，即不是用油井等常規方法所開採出來的石油）與天然氣等資源－像是頁岩氣、頁岩油與煤層氣（coal bed methane）的發展。中國也會持續努力，增加對乾淨能源的使用，徹底實施節約能源；除此之外也應積極推廣電動汽車，並呼籲應改善燃煤電廠，以減少二氧化碳的排放。

因此，中國將執行一系列「加強能源功能」計畫，其中包括立即啟動中國東部沿岸的核電廠建案。中國已設定於2020年達到5,800萬瓩發電量，以及建設300萬瓩設施的目標。目前有28座機組施工中、34座機組計畫中，位於內陸的24座機組建案則暫緩。其他包括水力、風力以及太陽能發電設施的工程，與設立超高壓電纜線路等加強能源功能計畫也將盡快開始執行。

依照國家能源局公布的資訊，中國於今年1-3月間共生產了1兆3,000億瓩的電力，與2013年同期相比增加5.4%。目前運轉中的20座反應爐總共占170,550瓩，約全國總發電量的2%。

資料來源：
http://www.world-nuclear-news.org/NP-China-seeks-clean-sustainable-energy-for-growth-22204144.html

中國徐大堡核電廠廠址審批通過

文・編輯室

位於中國遼寧的徐大堡核電廠總共有6座進步型壓水式反應爐（AP1000）在計畫建設中，其中2座反應爐已於近期獲得建設許可。

中國國家核安全局（National Nuclear Safety Administration，NNSA）宣布已通過徐大堡1號機及2號機的選址作業，而徐大堡電廠的建設也會遵循核能安全相關的法規。

徐大堡電廠位於遼寧省東北方的葫蘆島興城市，目前正在積極發展2座AP1000的初期階段，還有4座反應爐規劃建設中。

徐大堡電廠原計畫於2010年11月開始準備工程，中國國家發展與改革委員會於2011年1月核准此計畫，但因同年3月發生的福島核災，使中國當局決定在核能安全規劃批准前將暫停審批所有新建核電廠建案，包括還在前置作業階段的建案。而徐大堡當時還未獲得國務院核發的建設許可，工程因此而延後。

隨後中國政府在2012年10月宣布，於中國內陸核電廠的建設許可都將延至2015年後核發，而這項決定原本是針對擁有4座AP1000、位於湖南省，而且也是中國第一座內陸核電廠的桃花江電廠建案，但同時也對徐大堡電廠造成影響。徐大堡1號及2號機的鋼製圍阻體在2013年7月開始動工，由山東核電設備製造公司負責。

中國核工業集團公司（CNNC）的子公司中國遼寧核電有限公司，是徐大堡電廠的主要投資方，與中國大唐國際發電股份有限公司、國家開發投資公司等，分別按50%、20%、及10%的比例一同出資組建，而總承包方及項目招標人為中廣核工程有限公司。

2007年9月，美國西屋電器公司（Westinghouse Electric Co.）與其合夥人紹爾工程公司（Shaw Group Inc.）獲得中國4座AP1000的建設許可，分別在浙江的三門核電廠以及山東的海陽核電廠各有2座，海陽核電廠的AP1000建設工程由山東核電有限公司負責，股東來自中國國家核電技術公司（SNPTC）以及中國核工業建設集團公司（NEC）等企業。中國國家核電技術公司主要從事AP1000技術的引進、吸收、應用及推廣，在與核電廠供應商美國西屋電器公司來往時，扮演著傳達想法與技術的重要角色。

資料來源：
http://www.world-nuclear-news.org/NN-Site-approval-for-Chinese-AP1000-plant-1404144.html

核能新聞

文・編輯室

國外新聞

英國 2 座放射性廢棄物處置設施完工

這2座開始營運的放射性廢棄物處置設施，分別是位於當瑞（Dounreay）的2個低放射性廢棄物處置窖，而柏克利（Berkeley）中期貯存設施，也已經放進第一個中放射性廢棄物包件。

這2個低放處置窖自2011年11月開始動工，總共挖出263,000立方公尺的土量，建造過程用掉7,600立方公尺混凝土、1,330噸鋼筋和260噸的結構鋼材。第一個低放射性廢棄物容器將於今年底移出當瑞，放進處置窖後灌漿填滿。一旦處置窖全部放滿，就會再以混凝土回填。該場址預計會有6個這種處置窖。

當瑞處置場可容納低放固態放射性廢棄物175,000立方公尺，包括當瑞核電廠除役所產生的廢棄物。低放廢棄物大多是受到放射性物質污染的金屬、塑膠以及碎布等。當瑞核電廠除役所產生的廢棄物體積，超過80%是屬於低放射性。根據DSRL表示，低放射性廢棄物的強度低於0.01%。

與此同時，新近完工的柏克利中期貯存場，是位於80年代末期關閉的柏克利核電廠區，中放射性廢棄物包括燃料元件、樹脂、污泥和石墨碎片。

柏克利電廠的除役工作已經經過21年，當除役工作完成後，可以暫時貯存850個中放射性廢棄物包件，直到英國的最終處置場完工運轉。

（2014.05.16, WNN News ）

中國運轉中的核電機組達 20 台

5月13日，遼寧紅沿河核電廠2號機通過168小時試運轉測試，具備商業運轉的主要條件。至此，中國運轉中核電機組總數達到20台，總裝機容量達1,807萬瓩。

紅沿河一期工程是中國東北地區第一座核電廠，位於大連市瓦房店紅沿河鎮。168小時全功率試運轉，是新建大型發電機組進入商業運轉的必備條件之一。隨著該機組商轉，遼寧省清潔電力裝機比例將由去年底的24.89%提高至27.6%。

紅沿河2號機於2008年3月28日開工，2013年11月23日首次併網發電。該機組日發電量可達2,400萬度，可供240萬個家庭同時使用；預計年上網電量約75億度，相當於遼寧省去年發電量的4.7%。

目前，紅沿河電廠有2台機組運轉、2台機組建造中。紅沿河電廠的建設對改善當地環境具有重大意義，與同等規模燃煤電廠相比，紅沿河一期4台機組每年可減少標煤消耗約1,000萬噸，減排二氧化碳2,400萬噸，減排二氧化硫23.2萬噸，減排氮氧化物15.2萬噸。其綜合減排效應相當於造林6.6萬公頃，占大連森林面積的14%，相當於降低大連地區PM2.5懸浮微粒14.8%。

（2014.05.14，北極星電力網）

福建寧德 2 號機正式商轉

位於福建省的寧德核電廠2號機，在耗時62個月的施工工程後正式開始商轉。寧德電廠主要是由中國廣核集團有限公司以及中國大唐集團公司等共同投資、建設和營運，採用中國自主品牌的CPR1000核電技術，首台機組已於2013年4月開始運轉，目前還有另外兩座CPR1000施工中。

（ 2014.05.08, WNN News）

G7 將推動核能成為能源安全措施的一部分

5月5、6日在羅馬舉行的7大工業國能源部長會議中，發表一份措辭強硬的聲明，由於烏克蘭的危機，呼籲全球各國的能源結構應多樣化。並且同意促進再生能源、核能和碳捕獲的發展，未來將新的重點放在低碳技術。以「成為基載能源」的特性來看，核能脫穎而出。

聲明中強調，「從長遠來看，確保能源結構的多樣化，是至關重要的。我們認為，化石燃料仍然是能源結構中的一個重要因素，但是減少化石燃料的二氧化碳排放量仍是必要的，以應對氣候變化，並能加強我們的能源安全性。我們打算推廣使用低碳技術（再生能源、核能、碳捕獲與儲存），包括發展這些項目當作基載能源。」

出席會議的有來自加拿大、法國、德國、義大利、日本、英國、美國，以及歐盟委員會的能源部長。

（2014.05.07, WNA，2014.05.06, NucNet News_No.143）

法國與日本將發展跨國核能合作

法國與日本皆肯定核電對於國家發展的重要性，並簽署研究快中子反應爐的技術合作，該研發將專注於以法國為首的歐盟Astrid核電廠建案，也將在日本的文殊反應爐中測試Astrid的燃料。

Astrid是600萬瓩的第4代原型反應爐，同時也是在法國擁有45年發電經驗的進步型冷卻鈉樣式（Sodium-cooled Type），預計2025年商轉。

法國與日本也將在法商亞瑞華與日商三菱重工共同投資的Atmea 1號機程式作業，以及土耳其Sinop電廠1號機的建案中合作。

（2014.05.06, WNN News）

印度庫丹庫拉姆 1 號機 提高試運轉功率

印度的核能管制機構已批准庫丹庫拉姆（Kudankulam）1號機增加電力至90%全功率，這是俄羅斯設計的VVER機組在試運轉前測試的一部分。

原子能管理委員會（AERB）在一份聲明中說，2014年1月已同意該機組在75%的全功率運轉進行測試。審查測試的結果後，也已授權將功率提升到90%，進一步具體的測試。AERB還表示，已批准1號機近期內增加至100%功率的測試。機組一旦完成100%的測試，只要7天內都維持90%功率的運轉，印度核電公司（NPCIL）就可以提出100%持續運轉的申請。

庫丹庫拉姆1號機是俄羅斯設計的VVER-1000輕水式反應爐，917百萬瓦電，是與俄羅斯的技術合作。庫丹庫拉姆2號機

正在在同一地點建設中，位於印度南部的泰米爾納德邦。

據國際原子能總署統計，印度有21個商業機組，有6個正在建設中，儘管國際原子能總署將庫丹庫拉姆1號機列為已經商轉。根據NPCIL網站的資訊，庫丹庫拉姆1號機將於2014年5月商轉，庫丹庫拉姆2號機則是2014年12月。

庫丹庫拉姆1號機連至電網後，印度的核能發電總值將增加至5,780百萬瓦（淨額為5,308百萬瓦）。

（2014.05.05, NucNet News_No.140）

芬蘭協助沙烏地阿拉伯設置核能管制組織

芬蘭輻射與核安全管理局（STUK）與沙烏地阿拉伯當局設立「輻射與核安全管理局」，作為與沙烏地阿拉伯民用核能合作計畫的第一個實際步驟。

STUK表示，其在沙國的對口單位是「原子能與再生能源阿布杜拉國王城」（King Abdullah City for Atomic and Renewable Energy，Kacare），在上個月已經正式開始合作了。Kacare成立於2010年，正發展成為一個「可持續發展的城市」，這也是核能與再生能源計畫的基地。

Kacare位於首都利雅德西南方25公里，STUK將支持這個組織建立管制機構，並制定安全管制法規。STUK也將提供員工訓練，以及提供在招聘過程中的協助。

沙國現階段沒有任何核電廠，但是2012年1月與中國簽署了一項協議，合作開發核能的利用。沙烏地阿拉伯也一直與美國、英國、法國、俄羅斯和捷克討論或簽署核能合作協議。

奇異日立核能公司和西屋公司紛紛表示，打算競逐沙國反應爐的訂單；預計到2032年，沙國將興建多達16個核電機組。奇異日立公司表示，將競爭其沸水式反應爐技術1,300百萬瓦的進步型沸水反應爐與1,500百萬瓦的經濟簡式沸水反應爐。西屋公司則表示，將和大股東東芝公司爭取進步型壓水式反應爐1,100百萬瓦級AP1000。

奇異日立公司表示，沙國反應爐預計將於2017年開始建造，2025年第1部反應爐商業運轉，最後1部則在2032年商轉。

（2014.05.05, NucNet News_No.139）

瑞典管制機構展開最終處置場的公眾諮詢

針對SKB公司（負責核燃料與放射性廢棄物管理）計畫建造用過核燃料的深地層最終處置場，瑞典的核安管制機構在2014年10月31日前將聽取公眾的意見。

SKB公司隸屬於瑞典核能電力公司，計畫興建並經營最終處置場。SKB公司於2011年3月提送處置場申請，瑞典輻射安全管理局已進行審查檢討程序。協商是審查過程的一部分，但是政府擁有是否核准興建的最終決定權。SKB計畫在瑞典的東海岸的福斯馬克（Forsmark）建造最終處置場。

如果施工計畫如期進行，福斯馬克可能是世界上第一個用過核燃料的永久性處置場。瑞典大約20年前開始深地層最終處置場選址作業，2009年福斯馬克獲選。

SKB希望在歐斯卡香（Oskarshamn）建造一個封裝廠，毗鄰科拉柏（Clab）中期貯存設施，在福斯馬克建造最終處置場。最終

處置場將興建在福斯馬克地下500公尺深的岩床內。

（2014.04.29, NucNet News_No.136）

2020 年中國核能機組數將翻一倍

依據新華社報導，預計2020年時中國反應爐商業運轉及在建設中的裝機容量將翻一倍，達到8,800萬瓩。這是新華社引用中國核能行業協會理事長張華祝的發言。

張華祝表示，核能將在改善國家能源結構中發揮更大作用，可對應氣候變化和控制空氣污染。

依照國際原子能總署的動力反應爐資訊系統（Pris）的數據，中國有1,690萬瓩的核電裝機容量在商業運轉，2,775.6萬瓩在建設中，共計4,465.6萬瓩；有21個機組商轉，28個機組建設中。

官方的中國日報報導，國家能源委員會表示中國正計畫加快審批新反應爐的申請程序，準備啟動沿海地區的核電計畫，以確保能源安全和經濟成長。

（2014.04.22, NucNet News_No.129）

IPCC：核能可以保護環境，但是命運多舛

聯合國政府間氣候變化專門委員會（IPCC）一份新報告的結論指出，核能可以使低碳能源的供應日益增加，但是使用它的各種障礙仍然存在。

按照第3工作小組提出的IPCC第5次評估報告，核能是成熟的基載電力，低溫室氣體排放源，但是1993年以來占全球發電量的比例一直在下降。

使用核能的阻礙包括運轉風險、鈾礦開採的風險、財務及管制風險，尚未解決的放射性廢棄物的管理問題，核武器擴散的疑慮，以及負面的輿論。報告指出，新的燃料循環和反應爐技術可解決其中一些問題，有關安全和廢棄物處理的研究開發都已有進展。

該報告顯示，儘管有越來越多的政策，希望減緩氣候變化，但是全球溫室氣體排放量已經上升到前所未有的程度。2000-2010年間排放量增長的速度，比過去30年更快。

這份報告於2015年4月15日發表，可上網觀看原文：http://report.mitigation2014.org/spm/ipcc_wg3_ar5_summary-for-policymakers_approved.pdf

（2014.04.14, NucNet News_No.121）

福島田村市解除避難 居民可返家

2014年3月10日，在日本政府舉行的聯合會議中討論到311福島核災善後的處裡，同時也對目前福島縣重建的成果以及未來重建的方向提出說明。

日本政府決定於2014年4月1日解除位於福島電廠20公里內的田村市的避難命令，這將成為福島事故發生3年後第一個解除避難命令的區域，日本政府也會盡全力於田村市的重建計畫。安倍首相表示，解除田村市避難命令對田村市民返鄉居住來說「不會只是個目標，而是開始」，安倍首相也提到，政府將會執行更多的措施來協助居民返鄉並安全的生活。

（ 2014.03.17, Atoms in Japan）

國內新聞

現談核四封存日期及燃料束處置都言之過早

根據台電公司表示，現談燃料束處置及封存日期都言之過早，估計8月份完成封存計畫後，才能向原能會提出審查申請。而原能會後續何時會審查通過，目前還是未知數，因此現階段無法說出明確的封存日期，另台電表示核四燃料束各種處置方案都各有利弊，未來採哪種處置方案，台電需要進一步評估。

台電表示，正蒐集國外核電廠封存相關資訊以作為未來封存規劃的參考，由於核四封存有很多枝節的問題須釐清，所需人力與費用及後續燃料處置方式，尚在評估中，詳細的封存規劃較為複雜，台電預計於6月底可完成封存計畫初稿，8月底向原能會提報整個詳細的封存計畫。

（2014.05.12，本刊訊）

圍阻體檢測洩漏是核電廠安檢的正常程序

整體洩漏率測試主要在檢測圍阻體的金屬襯板、管線及閥門等是否會有洩漏的情形，如果洩漏量超出標準值，就予以改正。世界各國核電廠檢測時也有相同狀況，都是採取同樣作法。檢測洩漏相關說明如下：

一、所有核電廠建廠後，有關圍阻體完整性的測試有兩種，一種是結構體整體測試，另一種是整體洩漏測試。結構體整體測試已於103年3月6日測試合格，確認鋼筋混凝土結構強度符合要求。至於圍阻體洩漏測試，是在測試結構體內壁襯板、管線及閥門的洩漏率。許多核電廠在施工完成後進行的第一次測試，都有洩漏的經驗，需持續進行查漏、修補及再測試，至符合標準為止，此為圍阻體洩漏測試過程的一般程序。

二、有關閥門使用二手貨問題，台電公司已於102年8月2日澄清，核四廠任何設備器材，在採購規範均規定須為新品，還需經過確認才可辦理驗收，絕非二手貨。

原能會表示，圍阻體洩漏測試最主要的目的是在該結構體建成後，測試其氣密防漏的能力，以確保核子事故發生時，輻射線不致外漏。測試時若未能滿足要求，則進行查漏，並執行防漏等改善工程，讓氣密能力可以符合法令要求。台電公司於3月間所執行的測試，基本上就是該結構體完整性的初次查驗，如果有缺失即進行改善，這與任何工程的完工後試驗完全相同。沒有經過這個程序，任誰也無法判定這道重要的防堵結構是否夠強。因此在目前的測試階段，最重要的是發現問題並立即改善。

（2014.05.12，本刊訊）

「核廢料爆弊案」的澄清說明

有關5月9日網路傳播核廢料爆弊案，質疑「核一乾式貯存設施的安全審查是原能會，原能會還需要核研所來支援檢查；核研所自己審查自己蓋的乾式貯存設施」等，原能會澄清說明如下：

一、核一廠用過核燃料乾式貯存設施興建案，是台電公司於民國94年8月委請核能研究所執行。核研所並與美國NAC公司簽約合作，由NAC公司進行技術移轉。

二、核一廠用過核燃料乾式貯存設施興建執照的申請單位是台電公司，並非核研所。為避免執行與管制的角色混淆，原能會執行該申請案的安全分析報告審查及試運轉整體功能驗證等作業檢查，並無核研所現職人員參與。另外，原能會邀請會外參與審查的專家學者，亦不得參加台電公司或核研所與本案相關計畫，以符合利益迴避原則。為使管制資訊公開透明，原能會已於網路詳實公布相關資訊，請民眾參閱。

（2014.05.09，本刊訊）

核一廠用過核燃料池將於年底貯滿

核一廠1、2號機用過燃料池截至目前為止分別約有94和223束的儲存空間（103年5月6日止）。若用過燃料池儲存空間不能及時獲得解決的話，1號機將於104年1月第27次大修更換燃料後即達到滿儲的狀況。

用過燃料池的安全，原能會表示無論原始設計及後續相關的擴充作業，都已充分考慮滿儲的狀況，不致有影響機組或核電廠運轉安全的可能，因此不會有安全上的問題。對於用過燃料儲存空間不足，若影響機組持續運轉的可能性，是屬於台電公司業主權責及營運問題，並無運轉安全方面的疑慮。

（2014.05.09，本刊訊）

乾式貯存設施不可能變成永久最終處置場

目前國際上的最終處置方式，都是將用過核然料放置於地表下數百公尺的深地層內，不管是技術面或法規面都與乾式貯存大不相同，乾貯設施絕不可能變成永久最終處置。另針對乾式貯存設施的安全性，台電也已做好各種情境的充份評估，並通過原能會邀集各領域專家小組的審查，相關說明如下:

一、核一、二廠規劃的用過核燃料乾式貯存系統是在國際間廣泛使用的成熟技術，安全無虞，外界質疑美國乾式貯存槽至今最久只用20餘年，但事實上美國Surry核電廠於1986年開始運轉，原核准的運轉年限為20年，經美國核管會取出燃料棒確認保存良好，於2005年核准該貯存設施可再運轉40年，前後共計可運轉60年，可見乾貯設施具有相當安全性。而台電更進一步提升設施的安全設計，輻射限值僅有我國及美國法規的1/5。

二、外界質疑乾貯設施為露天存放，可能因颱風、地震或土石流而發生輻射外洩，其實相關情境台電皆做過充份評估。室內式的乾貯設施是將所有密封鋼桶存放於一座廠房中，而台電使用的室外式乾貯設施，其鋼筋混凝土護箱及屏蔽設施本身就相當於一座座的貯存廠房，結構厚實堅固，無須另外搭建廠房。依原能會邀集各領域專家審查通過的安全分析報告顯示，該設施的設計不論是遭遇異常狀況、事故或天災等各種保守假設條件下，均能維持安全餘裕，無放射性物質外釋之虞。

（2014.05.06，本刊訊）



謠言終結天使 輻射美少女
絕不原諒讓人心感到痛苦的詭異謠言！

為徹底打敗在世間流傳的數種輻射謠言，
由花音與七海兩名少女組成了「謠言終結天使 輻射美少女」，
並傳授大家輻射的相關正確知識，
將傳播謠言惑眾者施以鐵拳制裁，
絕不原諒讓人心感到痛苦的詭異謠言！

【內容簡介】

★本書為《機動戰士鋼彈》作者大和田秀樹，以近期日本社會話題為題材發揮的作品。
★由於311震災引發福島核電廠造成的災害後，不少日本公眾人物在媒體上，
　屢有傳播不實資訊造成人心惶惶的怪現象。
★本書以此現象為藍本，透過兩名少女主角的「鐵拳制裁」，來傳達有關輻射的相關正確知識。
★由東大醫學系附設醫院放射線科準教授中川惠一擔任監修。